

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология»

(Химическая технология топлива и газа)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

**БАКАЛАВРАСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Сравнительный анализ физико-химических и эксплуатационных свойств дизельных фракций</b>

УДК 665.753.4-047.44

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<b>2Д6В</b>	<b>Коробер Софья Анатльевна</b>		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кривцова Надежда Игоревна	К.т.н.		

Консультанты

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Научный сотрудник ОХИ ИШПР	Францина Евгения Владимировна	К.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.э.н., ассистент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения химической инженерии	Юрьев Егор Михайлович	К.т.н.		

Томск – 2020 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП (18.03.01)

### *Планируемые результаты обучения*

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1), <b>CDIO (п. 1.1, 4.1, 4.3, 4.8)</b>
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-7,11,17,18, ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2), <b>CDIO (п. 1.1, 3.2, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6)</b>
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ПК-1,5,8,9, ОК-2,3), Критерий 5 АИОР (пп.1.2), <b>CDIO (1.2, 2.1, 4.5)</b>
P4	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-11,26,27,28), Критерий 5 АИОР (п.1.3) <b>CDIO (п.1.3, 4.4, 4.7)</b>
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий	Требования ФГОС (ПК-4,21,22,23,24,25, ОК-4,6), Критерий 5 АИОР (п.1.4), <b>CDIO (п. 2.2)</b>
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,10,12,13,14,15, 16; ОК-6,13,15), Критерий 5 АИОР (п.1.5) <b>CDIO (п. 4.1, 4.7, 4.8, 3.1, 4.6)</b>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5,9,10,11), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5), <b>CDIO (п. 2.5)</b>
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,7,8,12), Критерий 5 АИОР (2.6), <b>CDIO (п. 2.4)</b>
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п.2.2), <b>CDIO (п. 3.2, 3.3)</b>
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве, ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3) <b>CDIO (п. 4.7, 4.8, 3.1)</b>

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология»  
(Химическая технология топлива и газа)  
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Юрьев Е.М.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b>
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
<b>2Д6В</b>	<b>Коробер Софьи Анатольевне</b>

Тема работы:

<b>Сравнительный анализ физико-химических и эксплуатационных свойств дизельных фракций</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020, 59-73/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2020
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Объектами исследования являются дизельные фракции различного углеводородного состава, депрессорная присадка. Исходными данными являются физико-химические и низкотемпературные свойства дизельных фракций. Требования к дизельному топливу регламентируются согласно ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>1 Основные свойства и показатели качества дизельных топлив 1.1 Дизельные топлива 1.2 Основные свойства дизельных топлив 1.3 Основные требования к дизельным топливам 2 Современные присадки к дизельным топливам. Классификация, основные типы и их свойства 2.1 Проблемы эксплуатационных характеристик моторных топлив и их решение</p>

	2.2 Способы улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив 2.3 Механизм действия присадок на дизельное топливо в зависимости от его состава и свойств методом хромато-масс-спектрометрии 3 Объекты и методы исследования 3.1 Определение фракционного состава 3.2 Определение цетанового индекса 3.3 Определение содержания серы 3.4 Методика проведения экспериментов с присадкой 3.5 Метод определения температуры помутнения 3.6 Метод определения температуры застывания
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация Раздаточный материал
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Якимова Татьяна Борисовна, к.э.н., доцент отделения социально-гуманитарных наук
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, к.э.н., ассистент ООД ШБИП

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	20.01.2020
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кривцова Н.И.	К.т.н.		20.01.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6В	Коробер Софья Анатольевна		20.01.2020

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Д6В	Коробер Софья Анатольевна

<b>Школа</b>		<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.03.01 Химическая технология

## Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ»
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2 %

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ потенциальных потребителей, оценка готовности проекта к коммерциализации, проведение SWOT-анализа
Планирование и формирование бюджета проекта	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта Определение затрат на проектирование (смета затрат)
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя эффективности проекта

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT Календарный план график проведения работ Бюджет проекта Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования
---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Д6В	Коробер Софья Анатольевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Д6В	Коробер Софьи Анатольевне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

<b>Сравнительный анализ физико-химических и эксплуатационных свойств дизельных фракций</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются 3 образца дизельного топлива и модифицированного депрессорной присадкой. Рабочая зона - лаборатория, которая оборудованная системами отопления, кондиционирования воздуха и естественным и искусственным освещением.. Область применения – нефтеперерабатывающая промышленность.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение ГОСТ 12.2.003- 91 СанПин 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.007- 76
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	2.1 Отклонение показателей микроклимата; Отсутствие или недостаток естественного и искусственного света на рабочем месте; Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; 2.2 Систематический осмотр помещения, в котором проводят исследование; Осмотр систем отопления, проверка толщины стен, проверка утеплителя в холодное время год; Систематическая проверка влажности; Установка термометра для определения возможного отклонения от допустимых показателей температуры на рабочем месте; Выдача спецодежды и переносных приборов для защиты от токсичных веществ, выдача перчаток для защиты от термических ожогов и обморожений;

	Систематическая проверка вентилятора и вытяжки на предмет некорректной работы; Проверка креостата и посуды на наличие трещин и поломок.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Выхлопные газы автомобилей работающих на дизельных двигателях содержат оксиды углерода, серы, а также сажу, и при выделении могут раздражать органы дыхания, способствовать образованию кислотных дождей и другим разрушающим атмосферу факторам. Нормы содержания вредных веществ выделяемых при сгорании дизельного топлива согласно ГОСТу Р 52368-2005: оксид углерода — 0,5; оксид азота — 0,18 - 0,08; взвешенные частицы — 0,005; сера – 0,035- 0,001. На литосферу и гидросферу не оказывает вредного влияния .
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: техногенного характера (аварийная ситуации); социального характера (террористический акт); стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные ветры). Наиболее типичной является аварийная ситуация техногенного характера .

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6В	Коробер Софья Анатольевна		

## Оглавление

РЕФЕРАТ .....	11
ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 Основные свойства и показатели качества дизельных топлив .....	15
1.1 Дизельные топлива и области их применения.....	15
1.2 Основные свойства дизельных топлив.....	17
1.3 Основные требования к дизельным топливам .....	24
2 Современные присадки к дизельным топливам. Классификация, основные типы и их свойства .....	25
2.1 Классификация современных присадок, основные типы и их свойства.....	25
2.2 Низкотемпературные свойства дизельных топлив и способы их улучшения .....	25
2.3 Механизм действия деперессорно-диспергирующих присадок на дизельное топливо .....	25
3 Объекты и методы исследования .....	32
3.1 Определение фракционного состава .....	32
3.2 Определение цетанового индекса.....	34
3.3 Определение содержания серы.....	34
3.4 Методика проведения экспериментов с присадкой.....	36
3.5 Метод определения температуры помутнения .....	36
3.6 Метод определения температуры застывания .....	38
4 Результаты исследований .....	40
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	46
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	46
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования для определения потенциальных потребителей был произведен анализ целевого рынка и произведено его сегментирование. ....	46



5.1.2. SWOT- анализ .....	47
5.2 Планирование исследовательских работ .....	53
5.2.1 Структура работ в рамках проводимого исследования .....	53
5.2.4 Бюджет проводимого исследования.....	58
5.2.4.1 Расчет материальных затрат .....	59
5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование .....	60
5.2.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы .....	60
5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	62
5.2.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	62
5.2.4.6 Накладные расходы .....	63
5.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	63
5.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	64
6. Социальная Ответственность .....	66
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	67
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	67
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	67
6.2 Производственная безопасность .....	68
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования. ....	68
6.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производстве .....	69
6.2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов .....	73
6.3 Экологическая безопасность .....	73
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	74
6.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований .....	74

6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта исследования на производстве .....	75
6.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	81
Список литературы .....	84

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 88 страниц, 22 таблицы, 3 рисунка, 46 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: дизельное топливо, физико-химические свойства, эксплуатационные характеристики, низкотемпературные свойства, присадка.

Целью данной работы является определение физико-химических и эксплуатационных свойств дизельного топлива различного состава и установление закономерностей влияния депрессорной присадки на изменение низкотемпературных свойств.

В процессе исследования проводились лабораторные испытания, направленные на изучение физико-химических и низкотемпературных свойств дизельных топлив разного состава, а также влияние присадок на динамику изменений низкотемпературных свойств образцов.

Объектом исследования являются три образца дизельного топлива с различными физико-химическими и низкотемпературными свойствами.

Областью применения являются промышленные предприятия нефтехимической отрасли, отдельные исследования основных эксплуатационных свойств дизельных топлив с добавлением присадок.

В данной работе применяются следующие сокращения:

ДТ – дизельное топливо;

Тз – температура застывания;

Тф – температура фильтруемости;

Тп – температура помутнения;

ЦИ – цетановый индекс.

## ВВЕДЕНИЕ

Дизельное топливо (ДТ) – наиболее крупнотоннажный продукт нефтепереработки в России. Легковые и грузовые автомобили, железнодорожный транспорт, сельскохозяйственная техника, речные и морские суда, тепловое оборудование, дизельные электростанции и многое другое работает благодаря дизельному топливу.

Двигатели, работающие на дизельном топливе, по сравнению с бензиновыми имеют ряд преимуществ:

1. экономичность;
2. более высокий к.п.д двигателя;
3. большая пожаро-, взрывоопасность топлива;
4. возможность работы на обедненных топливовоздушных смесях;
5. меньшее количество вредных веществ в выхлопных газах.

Это, в свою очередь, объясняет увеличение производства дизельного топлива. Полагают, что в России прогнозируется переориентирование спроса на ДТ вместо бензина. При увеличении общего потребления нефтепродуктов в период 2008-2030 гг. в 1,35 раза произойдет рост потребления ДТ с 27% до 30%. Учитывая это, законодательство уделяет повышенное внимание к качеству ДТ.

Увеличение спроса порождает ужесточение к требованиям по качеству продукта. На сегодняшний день 63% владельцев автомобилей сталкивались с проблемой некачественного дизельного топлива. Уже давно известно, что впоследствии применения такого горючего происходит порча и скорое изнашивание внутренних деталей автомобиля.

Не смотря на ряд преимуществ дизельного топлива перед бензинами и другими видами топлив, оно имеет ряд существенных минусов, которые существенно влияют на эксплуатацию дизельного топлива в условиях холодного климата. Учитывая эту особенность, данный вид топлива относится к сезонным продуктом, выпускающимся с различными характеристиками в зависимости от климатических условий, в которых будет

эксплуатироваться двигатель. Для промышленности и жизни остаются нерешенными проблемы качества сырья, повышения выхода и качества готового продукта, в том числе его низкотемпературных характеристик, снижения использования депрессорно-диспергирующих модификаторов.

Как известно, существуют различные способы повышения качества ДТ, однако получившим наибольшее распространение и экономически целесообразным является использование присадок различного функционального назначения. Самыми активно используемыми на сегодняшний день являются депрессорные, диспергирующие, цетаноповышающие и противоизносные присадки.

Важно отметить, что кроме основных физико-химических свойств дизельного топлива, такими же важными характеристиками являются эксплуатационные. Низкотемпературные свойства имеют огромное значение в условиях эксплуатации дизельного топлива.

Любое ДТ, производимое в пределах России, должно соответствовать требованиям, прописанных в государственных стандартах.

Целью исследовательской работы является изучение физико-химических и низкотемпературных свойств дизельных топлив, таких как: температура помутнения, застывания, предельная температура фильтруемости и подбор необходимого количества присадки для эффективного модифицирования их свойств. Также выявления степени приемистости выбранной депрессорной присадки к образцам дизельного топлива.

Основными задачами данного исследования являются:

1. Исследование и анализ физико-химических свойств образцов;
2. Изучение низкотемпературных свойств исходных образцов;
3. Анализ динамики модификации образцов при добавлении присадки;

4. Подбор оптимального количества присадки для эффективного улучшения температуры помутнения, застывания и предельной температуры фильтруемости образцов.

## **1 Основные свойства и показатели качества дизельных топлив**

### **1.1 Дизельные топлива и области их применения**

Дизельное топливо представляет из себя вязкую трудно испаряемую маслянистую жидкость желтого или жесветло-коричневого цвета, состоящую в большей степени из углеводорода и различных примесей в виде серы, кислорода, азота и некоторых металлов. Температура выкипания дизельной фракции от 170 до 350 °С.

Быстроходные дизеля в автомобильной технике нашли наиболее широкое применение и топливо для этих двигателей выпускается по ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) Топливо дизельное и, учитывая температурные условия эксплуатации, подразделяется на летнее (Л), зимнее (З), арктическое (А)[1]:

(Л) – обозначение летних дизельных топлив, учитывающее содержание серы и температуру вспышки в закрытом тигле (Л-0,2-40 ГОСТ 305-82);

(З) - обозначение зимних дизельных топлив, учитывающее содержание серы и температуру застывания (З-0,5 минус 35 ГОСТ 305-82);

(А) – обозначение арктических дизельных топлив, учитывающее содержание серы (А-0,4 ГОСТ 305-82).

Также, важны и физико-химические показатели, они должны соответствовать стандарту(смотреть приложение 1.1).

Проанализировав данные об особенностях рабочего процесса и применения в двигателях, были выделены основные требования для дизельного топлива[3]:

- Без затруднений поступать в цилиндры при любых температурах и обеспечивать легкий пуск двигателя;
- хорошо распыливаться и обеспечивать хорошее смесеобразование в цилиндрах двигателя;
- температурный режим не должен влиять на дизельное топливо, сложность запуска и плавность работы;

- дизельное топливо должно быть очищено от серы и других токсичных и опасных для экологии примесей;
- дизельное топливо должно иметь низкий ценовой диапазон и иметь широкую сырьевую базу.
- должно обладать устойчивостью к окислению при транспортировке и хранении.

Область применения дизельных топлив различных марок:

1. Автотракторная техника. Марка для летних периодов (Л) применяется при температуре 0°C и выше. Зимняя марка дизельного топлива (З) предназначена для применения при температурах ниже нуля до -30°C и выше (температура застывания не должна превышать -45°C). Арктическая марка (А) предназначена для применения при температуре окружающей среды до -50°C.

Наиболее массовым по использованию является сорт топлива для умеренного климата. Доля зимнего и арктического сортов в общем дизельном фонде, эксплуатируемых до -50°C, составляет всего 11%, что примерно только на половину удовлетворяет повышающиеся потребности страны в низкозастывающем виде топлива, связанного с необходимостью интенсивного освоения природных богатств Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера[4].

Основные марки дизельного топлива, используемые в автотракторной технике Л, З, А, содержание серы в которых не превышает 0,2% ( I вида). В качестве дублирующих марок применяются Л, З, А с содержанием серы не более 0,5% ( II вида).

Для правильного использования марок топлив для разных двигателей автотракторной техники следует изучить рекомендации по эксплуатации техники, а также положения определяющие порядок применения горючего. В осеннее-зимний период для эксплуатации техники необходимо использовать низкозастывающие марки дизельных топлив: А-0,2 (04) ГОСТ 305-82 при -



45°C, ГОСТ 305-82 при -35°C. Также допустимо использование смесей дизельного топлива с топливом для реактивных двигателей соответствующих требованиям ГОСТ 305-82 к маркам З и А.

2. Военная техника. Применение в военной технике таких топливных смесей разрешено Приказом РФ 1992 года, по которому допускается использовать: вместо дизельного топлива А — смесь (в объемных долях) 50 % дизельного топлива З - 0,2 (05) минус 45 и 50 % топлива Т-1 (ТС-1, РТ), вместо дизельного топлива З-0,2 (05) минус 45 смесь (в объемных долях) 50 % дизельного топлива З-0,2 (05) минус 35 и 50 % топлива Т-1 (ТС-1, РТ), вместо дизельного топлива З-0,2 (05) минус 35 — смесь (в объемных долях) 50-60 % дизельного топлива Л и 40-50 % топлива Т-1 (ТС-1, РТ)[2,с 69].

3. Топливо для среднеоборотных и малооборотных дизелей. Вырабатываются определенные топлива марок ДТ и МТ по ГОСТ 1667-68 соответствующие характеристикам (смотреть приложение 1.4)[5].

4. Дизельное экспортное топливо. Дизельное топливо на экспорт по ТУ 38.401-58-110-94 производится с содержанием серы 0,2%[6]. Для этого вида топлива необходимо определять прозрачность топлива при 100°C и дизельный индекс для определения оценки качества.

Получают дизельное топливо гидроочисткой прямогонных дизельных фракций. Для дизельного топлива не определяется цетановое число по ГОСТ 305-82, также не определяется содержание воды и коэффициента фильтруемости(смотреть приложение 1.5).

## **1.2 Основные свойства дизельных топлив**

Качество дизельного топлива напрямую связано с показателями исправность и долговечность двигателя. Использование дизельного топлива несоответствующего качества влечет за собой ухудшение работы топливного насоса высокого давления, повышению окисления, возникновению жесткой

работы двигателя, увеличению дымности отработанных газов, снижению полноты сгорания, понижению экономичности и др[7].

В холодных климатических условиях некоторые свойства дизельных топлив приводят к трудностям запуска двигателей[8,9,10].

К свойствам дизельных топлив, которые должны иметь определенные значения, относятся: низкотемпературные свойства, цетановый индекс, фракционный состав и испаряемость, вязкость и плотность, противокоррозионные свойства и стабильность топлива, удовлетворение экологических требований, наличие воды и механических примесей[11].

### ***Воспламеняемость дизельного топлива***

Воспламеняемость характеризует работу двигателя. Топливо, поступившее в цилиндры дизеля воспламеняется через некоторый период времени, который называется период задержки самовоспламенения. Период задержки самовоспламенения отвечает за нарастание давления газов при сгорании топлива. В малом промежутке времени давление поднимается плавно, обеспечивая мягкую работу двигателя. При длительной задержке самовоспламенения давление поднимается мгновенно, ввиду того, что топливо сгорает за очень короткий период времени, и дизель работает жестко.

Воспламеняемость определяется сравнением испытуемого дизеляна и эталонного топлива. Критерием оценки самовоспламеняемости служит цетановое число. Цетановое число равно содержанию цетана в его смеси с ф-метилнафталином в процентном соотношении. Чем выше температура кипения топлива, тем выше цетановое число[12]. Чем выше цетановое число, тем мягче работает двигатель, так как с повышением цетанового числа уменьшается продолжительность периода задержки самовоспламенения.

Но при повышение цетанового числа выше оптимальных пределов ухудшается экономичность дизеляна и повышается дымность выделяемых газов. Возможно получить топливную смесь с любым цетановым числом,

используя эталонные дизельные топлива. Цетановое число топлива России колеблется в пределах 48–50 ед. [13].

Эталонным топливом служит нормальный парафиновый углеводород - цетан, который имеет незначительный период задержки самовоспламенения условно принятый за 100, и ароматический углеводород - метилнафталин, обладающий длительным периодом самовоспламенения условно принятый за 0. Еще одним из характеризующих показателей воспламеняемости является температура вспышки, при которой в условиях исследований над его поверхностью образуется смесь газов и паров с воздухом, способ воспламеняться в воздухе, но скорость их образования достаточно мала для последующего горения[14]. Температура вспышки является оценивающим показателем пожаров взрывоопасности, необходимым для безопасной организации хранения.

### ***Вязкость дизельных топлив***

Вязкость дизельных топлив оказывает влияние на процессы испарения смесеобразования. Оптимальный диапазон значений для вязкости 2,5-6 мм<sup>2</sup>/с, повышение или понижение значения вязкости в следствии приводит к ухудшению эксплуатации топливоподающего оборудования, и к нарушению процессов смесеобразования и сгорания смеси.

При низких значениях вязкости ухудшаются смазочные способности дизельного топлива, и при длительном использовании такого топлива увеличивается степень изнашиваемости прецизионных плунжерных пар ТНВД. Увеличивается нагарообразование из-за вытекания части топлива через зазоры в плунжерных парах, т.к при вытекании изменяется дозировка топлива, что приводит к уменьшению цикловой подачи и снижению давления впрыска.

Повышение значения вязкости ведет за собой ухудшение качества смесеобразования, в виду того, что капли образующиеся при распылении слишком большие. Длительность процесса испарения возрастает, топливо

сгорает не полностью. В результате этого повышается нагарообразование, увеличивается расход дизельного топлива и усиливается дымление.

### ***Прокачиваемость дизельного топлива***

Прокачиваемость горючего — это эксплуатационное свойство, характеризующее прокачку нефтепродукта через трубопроводы, фильтры[15].

Показателями качества прокачиваемости дизельных топлив являются коэффициент фильтруемости, содержание механических примесей и воды, вязкость, температура помутнения и застывания.

### ***Содержание механических примесей и воды***

Современная топливная аппаратура требует высокие и ужесточенные условия к чистоте дизельных топлив, применяемых в данном оборудовании. Содержание механических примесей и воды в дизельных топливах должно быть близкой к нулю.

Наличие механических примесей способствует быстрому износу топливных фильтров и топливного насоса. Вода, в свою очередь, становится причиной затруднения при пуске двигателя. В холодных климатических условиях топливное оборудование забивается кристаллами льда, находящимися в топливе, это приводит к остановке двигателя. При высоком содержании воды в дизельном топливе возникает обычная и биологическая коррозия деталей, снижается прочность фильтрующих перегородок.

### ***Коэффициент фильтруемости дизельного топлива***

Благодаря коэффициенту фильтруемости можно определить динамику изменения пропускной способности фильтра при прохождении некоторого объема дизельного топлива. Наличие механических примесей в топливе, содержание воды, натриевых мыл нафтенных кислот и продуктов окисления оказывает видимое влияние на величину коэффициента.

Существует определенная нормированность коэффициента фильтруемости, позволяющая предотвращать закупорку пор фильтров и

выведение оборудования из строя, путем ограничения содержания загрязнений и ПАВ.

### ***Температура помутнения дизельного топлива***

Температурой помутнения называется температура, при которой топливо становится наименее прозрачным в результате выпадения кристаллов н-парафиновых углеводородов или микрокристаллов льда, но не теряет текучести[9]. Температура помутнения зависит от содержания парафиновых углеводородов, их молекулярной массы и температуры плавления[16].

В системе питания на участке высоко давления бак - насос может быть нарушена подача дизельного топлива в следствие понижения температуры, которая возникает по причине кристаллизации высокоплавких углеводородов. Возникновение кристаллов не мешает текучести топлива, но прекращает его подачу, в результате задерживания кристаллов на фильтрующем элементе и образования непроницаемой для топлива пленки. Данный эффект можно наблюдать при пуске и прогреве двигателя. Правильную подачу топлива обеспечивает разница между температурой помутнения и температурой окружающей среды не менее 5°C.

### ***Температура застывания дизельного топлива***

Температура застывания — это наивысшая температура, при которой дизельное топливо, наклоненное под углом 45°C, в течение 1 мин. остается неподвижным[17]. Подвижность топлива можно восстановить на короткое время, разрушив кристаллическую структуру углеводородных соединений, мешая застывшее топливо. Хорошая работа дизельного топлива при разнице между температурами застывания и окружающей среды не менее 15°C.

А.Н. Саханов[18] утверждал, что застывание связано с образованием сольватных оболочек жидкой фазы вокруг кристаллов парафина.

По мнению Энглина Б.А., от концентрации парафиновых углеводородов цепочечного строения, их температуры плавления, вязкости среды,

группового состава и наличия в нефтепродуктах поверхностно-активных веществ, а также в зависимости от условий охлаждения нефтепродукты могут застывать по трем причинам:

- либо в результате образования кристаллической сетки или сверхмицеллярной структуры;
- либо вследствие возникновения сольватных оболочек (коллоидной структуры);
- либо в результате совместного действия двух или всех трех факторов с преимущественным влиянием одного из них[19].

### ***Испаряемость дизельного топлива***

Процесс испарения в дизелях возникает сразу после его попадания в камеру сгорания и продолжается до сгорания последних капель топлива. За очень маленький промежуток времени в цилиндре двигателя происходит испарение топлива и одновременное образование рабочей смеси. В отличие от бензинового двигателя, в дизельном процессе приготовления рабочей смеси происходит в 10 раз быстрее.

Температуры выкипания 50% и 96% фракций являются главным показателями качества испаряемости. Также на испаряемость влияет плотность, вязкость, давление насыщенных паров, теплоемкость, скрытая теплота испарения.

Испаряемость оказывает влияние на легкость и продолжительность запуска холодного двигателя, на скорость и теплоту сгорания топлива в цилиндре дизеля и, в конечном счете, на эффективность рабочего процесса[20]. Преобладание легких фракций в топливе может приводить к возникновению паровых пробок в системе питания и жесткой работе двигателя. С повышением теплоты испарения смеси и уменьшением температуры в камере сгорания увеличивается период задержки воспламенения, затрудняется пуск и прогрев двигателя.

Преобладание тяжелых фракций в составе ДТ приводит частичному испарению в процессе смесеобразования, что приводит к затруднению запуска двигателя, особенно в холодное время года. При утяжеленном фракционном составе двигатель не может развивать максимальную мощность, в следствии неполного сгорания топлива. Тяжелые фракции повышают износ деталей цилиндра поршневой группы в результате стекания по его стенкам и смывания масла на стенках двигателя.

### ***Совместимость дизельного топлива с конструкционными материалами двигателя***

Совместимость дизельного топлива с конструкционными материалами двигателя обеспечивает длительную эксплуатацию двигателя, работающего на дизельном топливе. Между топливом и аппаратурой не должно происходить химических взаимодействий. Коррозионная агрессивность дизельного топлива зависит от наличия гетероатомных соединений и их строения. Для предотвращения образования органических кислот из кислородных соединений в дизельном топливе, необходимо соблюдать правила хранения, исключая доступ свежего воздуха и сохраняя температурный режим в пределах до 50°C.

Совместимость дизельного топлива с конструкционными материалами аппарата оценивается по следующим показателям:

1. Содержание  $H_2S$ ;
2. Доля серы (% масс);
3. Кислотность;
4. Результат испытания с использованием медной пластины;
5. Наличие и количество водорастворимых кислот и щелочей.

### 1.3 Основные требования к дизельным топливам

В последнее время количество автомобилей работающих на дизельном топливе увеличилось на 20%, повышение спроса во всем мире приводит к ужесточению требований к его качеству, экологической безопасности уделяется особое внимание. При сгорании дизельного топлива образуются оксиды серы, которые являются высокотоксичными источниками твердых веществ в отработанных газах. Поэтому современный дизель стал более экономичным и более мощным, причем значительно уменьшилась токсичность его выхлопных газов.

Основные требования к дизельному топливу следующие:

- плотность (удельная теплостойкость дизтоплива) влияет на процесс испарения, смесеобразование и другие параметры работы всей системы, разрешается 800 — 840 кг/м<sup>3</sup>;
- цетановое число (воспламеняемость солярки) определяет его мощность и экономичность, должно быть 48–51, согласно Евростандарту;
- безопасность касается температуры воспламенения, ее оптимальное значение: 550 °C;
- топливо не должно содержать воду и механические примеси;
- не вызывать коррозию металла;
- должно быть химически стабильным и не иметь в своем составе фактических смол;
- вязкость характеризует эксплуатационные свойства продукции;
- качество продукции, в настоящее время качество дизельного топлива выше качества бензина, в зависимости от содержания серы используются четыре ставки акциза.



## **2 Современные присадки к дизельным топливам. Классификация, основные типы и их свойства**

В данном разделе подробно разобрана тема современных присадок к дизельным топливам, их классификация, основные типы, их свойства и механизм действия. Также рассказано о проблемах эксплуатационных характеристик ДТ и улучшении низкотемпературных свойств.

### **2.1 Классификация современных присадок, основные типы и их свойства**

Оптимальный расход топлива, улучшение экологических характеристик по выбросам вредных веществ – эти направления являются наиболее актуальными в вопросах усовершенствования энергетических установок и оборудования с двигателями внутреннего сгорания. Описанные выше задачи решаются за счет улучшения рабочего цикла дизеля и утилизации отводимой от двигателя теплоты, оптимизации процессов топливоподачи и смесеобразования, модернизации систем регулирования теплового состояния двигателя и выбора наиболее рациональных режимов охлаждения[21]. Вид и качество топлива оказывает существенное влияние на показатели надежности, экономичности и экологической безопасности.

В данный период времени качество дизельного топлива регулирует ГОСТ 305-82. Стандарт устанавливает значения физико-химических показателей, определяющих качество топлива, таких как цетановый индекс, фракционный состав, кинематическая вязкость, температура застывания, помутнения, вспышки, массовая доля серы, содержание водорастворимых кислот и щелочей, концентрация фактических смол, кислотность, йодное число, зольность и др[1].

Для того, чтобы обеспечить оптимальные значения данных показателей, на конечной стадии производства дизельных топлив, вводят присадки, которые улучшают одно или несколько свойств топлив.

Присадка — препарат, который добавляется к дизельному топливу, смазочным материалам и другим веществам в минимальных количествах для улучшения эксплуатационных свойств[22].

Не смотря на требования по ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) с каждым годом ужесточаются требования к эксплуатационным показателям энергетических установок, что приводит введению присадок не только в процессе производства топлива, но и в процессе использования дизелей. Это объясняет необходимость исследования и разработки современных присадок к дизельному топливу.

Присадки для дизельного топлива делятся на группы[23]:

- модификаторы воспламенения;
- депрессорные;
- диспергаторы парафинов;
- противоизносные;
- цетаноповышающие;
- активаторы горения;
- многофункциональные.

## **2.2 Низкотемпературные свойства дизельных топлив и способы их улучшения**

В связи с современным экономическим положением страны и наблюдающимся физическим износом оборудования отечественных нефтезаводов существует возможность влиять на качество дизельного топлива только путем снижения температуры начала его кипения.

Следует отметить, что из выпускаемого дизельного топлива менее 1% — арктическое и около 10% — зимнее, остальное — летнее, что не в полной мере соответствует климату нашей страны.

Одной из основных проблем применения дизельных топлив при отрицательных температурах является плохая прокачиваемость дизельного топлива в связи с его застыванием, а также расслаение дизельных топлив при

низких температурах хранения. Основой дизельных топлив являются прямогонные фракции. Они обладают хорошей самовоспламеняемостью.

Такие показатели, как низкотемпературные свойства топлива и содержание серы зависят от характеристик исходной нефти и, как следствие, требуют улучшения.

Существует 3 вида присадок:

1. Диспергирующая (предназначены для предотвращения расслоения топлив при холодном хранении)
2. Депрессорная (препятствуют росту и ассоциации кристаллов). Для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива.
3. Депрессорно-диспергирующая или композиция (позволяет значительно снизить размер кристаллов).

Сравнивая процесс действия присадок, можно сделать вывод, что перспективным является использование депрессоров с диспергаторами парафинов. Добавление таких присадок в товарное топливо в количестве 0,02-0,05% снижает их температуру застывания на 25 - 30 °С. Другие (полиакрилаты) понижают только на температуру застывания и поэтому их использование в дизельных топливах ограничено. Следует отметить, что присадки не понижают температуру помутнения топлив, которая нормируется российскими стандартами.

Это значит, что депрессоры препятствуют росту кристаллов парафина, а не их возникновению. При продолжительном хранении топлив в холодных условиях возникают мелкие кристаллы, которые оседают и по итогу образуется два слоя: верхний – светлый, и нижний – мутный, обогащенный парафинами. Расслоение топлив не может быть устранено добавками депрессоров. За рубежом разработаны диспергаторы парафинов, которые часто применяют совместно с депрессорными присадками.

Существует мнение, что для того чтобы депрессорная присадка оказывала влияние на уменьшение температуры помутнения, она должна выкристаллизовываться из топлива раньше, чем парафины[24].

Для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива используются следующие методы [25]:

- смешивание дизельного топлива с керосиновой фракцией, однако это требует гидроочистки керосина;
- снижение конца кипения дизельной фракции, но этот способ приводит к снижению выхода дизельного топлива;
- каталитическая изомеризация (недостаток – высокая стоимость катализаторов, содержащих металлы платиновой группы);
- добавление депрессорно-диспергирующих присадок (малоэффективно для снижения температуры помутнения дизельного топлива);
- каталитическая депарафинизация, при использовании которой снижается необходимость в дорогих металлах, но уменьшается выход дизельного топлива;
- удаление н-парафинов методом экстрактивной кристаллизации (недостатки – периодичность процесса и низкое качество парафина).

Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива может быть получено под воздействием ультразвукового действия на депрессорные свойства растворов этиленпропиленового сополимера в олефиновом растворителе. При ультразвуковом воздействии происходит деструкция ассоциатов полимера, которая приводит к равномерному распределению их в растворе.

### **2.3 Механизм действия депрессорно – диспергирующих присадок на дизельное топливо**

Рассмотрим принцип действия депрессорно – диспергирующей присадки на определённые параметры дизельных топлив и

узкоспециализированные случаи различных эффектов от той или иной присадки.

Основной показатель, который определяет работоспособность дизельного топлива в двигателе – предельная температура фильтруемости (Тф). Температура застывания (Тз), имитирующая складские условия хранения дизельного топлива, в действующих стандартах на дизельное топливо не нормируется, а на температуру помутнения существующие депрессорные присадки не оказывают воздействия [26].

Известно, что эффективность депрессорных присадок в значительной мере зависит от состава дизельного топлива и его характеристик. Разные по характеристикам топлива обладают различными способностями к приемистости депрессоров, и это очень важный аспект применения присадок.

Основной параметр, на который мы обращаем внимание - принцип действия депрессора на кристаллы парафинов. В связи с этим мы видим взаимодействие присадки с фракционным и групповым углеводородным составом дизельных топлив и влияние на это физико-химических характеристик самих парафинов, которые содержатся в топливе.

Что касается группового углеводородного состава топлив, то эффективность действия присадок разного строения также различно. Учитывая физико-химические свойства, компоненты расположены в следующий ряд по возрастанию восприимчивости к депрессорам: изопарафины и нафтены, ароматические углеводороды, н-парафины.

Однако сами Н-парафины имеют высокие температуры застывания, и их присутствие в топливах резко ухудшают их низкотемпературные характеристики.

Тяжелые парафиновые углеводороды легко образуют зародыши кристаллов, что ведет к ухудшению низкотемпературных свойств дизельного топлива, а с другой стороны они необходимы для того, чтобы депрессор мог

сорбироваться на их поверхности, т.е. на приемистость дизельного топлива к депрессорам они влияют положительно.

Данный процесс меняет молекулярно-массовое распределение парафинов, тяжелые парафины исчезают. В результате эффективность депрессоров и депрессор-диспергаторов в таких топливах снижается.

Таким образом, можно сделать вывод, что наилучшей приемистостью к депрессорам обладают топлива широкого фракционного состава с высоким содержанием ароматических углеводородов.

В условиях промышленной эксплуатации в топливах всегда содержится вода, и её наличие также влияет на свойства дизельного топлива по отношению к депрессорам. Однако, если в топливо попадает больше воды, то в присутствии депрессорной присадки может образоваться эмульсия. При отрицательных температурах эмульгированная вода замерзает, а образующиеся кристаллы льда сорбируют на себе часть присадок, снижая их эффективность. Депрессоры рекомендуется добавлять в топливо при 40 - 50°C.

Также известно, что оптимальным при введении депрессорной присадки в топливо на месте применения является нагревание. При необходимости рекомендуется подогревать трубопроводы, по которым они перекачиваются.

Анализ информационных источников показал:

1. Эффективность действия присадки зависит от межмолекулярного распределения Н-парафинов в образце горючего. Наиболее оптимальным является высокое содержание Н-парафинов с длиной цепи с C13 до C18.
2. Хорошую восприимчивость к депрессорной присадке обычно оказывают топлива с нормальным и широким диапазоном выкипания, у которых разброс 90 % - 20 % составляет 100 °C и более.
3. В топливах узкого фракционного состава (90 % - 20 % менее 100°C: 70 – 100 °C) эффективность депрессорных присадок снижается.

4. Так как эффективность депрессорных присадок в значительной мере зависит от состава и характеристик топлив, при производстве и поставке депрессоров необходимо располагать широким ассортиментом, из которого рекомендуют ту или иную марку присадки, наилучшим образом подходящую к конкретному топливу, и проводить лабораторные испытания для определения максимальной работоспособности присадки [27].

### **3 Объекты и методы исследования**

В качестве объектов исследования в данной работе были использованы образцы прямогонных дизельных фракций, полученных в лабораторных и промышленных условиях. В качестве депрессорной присадки выбрана присадка на основе этилена и винилацетилена. Данная присадка отличается низкой стоимостью и достаточно высокими показателями качества. Также, она совместима с различными видами дизельного топлива.

В качестве методов исследования использовались стандартные методы исследования физико-химических и эксплуатационных свойств дизельных топлив.

Для анализа показателей изменения низкотемпературных свойств к выбранным образцам дизельного топлива были добавлены различные концентрации присадки, после чего были определены такие показатели как температура помутнения и застывания, предельная температура фильтруемости. Также для каждого образца дизельного топлива был определен фракционный состав, содержание серы, показатели вязкости и цетанового индекса.

#### **3.1 Определение фракционного состава**

Определение фракционного состава всех образцов производилось для анализа и сопоставления выводов после проведения всех лабораторных исследований.

Аппаратура и приборы:

1. Аппарат АРН-2, для перегонки нефти до 450-500°C, состоящий из технологического и электрического блоков, которые помещены в один металлический каркас.
2. Термопары, рассчитанные на температуру от 0 до 400°C;
3. Спирт этиловый;
4. Секундомер по ГОСТ 5072-79;
5. Цилиндр мерный вместимостью 1000 см<sup>3</sup>;



6. Весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104-80.

Проведение испытания:

1. Перед началом работы все краны смазывают смазкой ЦИАТИМ-221;
2. В холодильник подают воду комнатной температуры;
3. Нефтепродукт в количестве 1,9 или 3,0 дм<sup>3</sup> наливают в предварительно взвешенный кубик через горловину и взвешивают. Кубик соединяют с колонкой через накидную гайку, которую плотно завинчивают. Трубку соединяют открытым концом через накидную гайку и переходную трубку с дифференциальным манометром.
4. Включают аппарат в сеть. Перегонку нефти проводят со скоростью 3-4 см<sup>3</sup>/мин при загрузке 3 дм<sup>3</sup> и 2-2,5 см<sup>3</sup>/мин – при загрузке 1,9 дм<sup>3</sup>. Скоростью перегонки управляют секундомером и измерением объема дистиллята в приемниках. Заданную скорость регулируют краном, электрообогревом печи и колонки при постоянном перепаде давления в дифференциальном манометре.
5. После отбора бензиновых фракций при атмосферном давлении начинают вакуумную перегонку. Фракции, выкипающие при температуре до 320°С, отбирают при остаточном давлении 1,3 – 10<sup>-1</sup>, 6-103 Па (10— 12 мм рт. ст.), фракции, выкипающие выше 320°С — при остаточном давлении 1,3-10<sup>-2</sup>—2,7 -10<sup>-2</sup> Па.
6. Массу отобранных фракций определяют как разность масс колбы с отобранной фракцией и пустой колбы; определяют процент выхода отдельных фракций от массы пробы нефти или нефтепродукта, взятых для перегонки; строят кривую истинной температуры кипения перегоняемого продукта (НТК) на основании зависимости температур конца кипения отдельной фракции от ее суммарного выхода; По кривой перегонки (ИТК) устанавливают потенциальное содержание в нефти отдельных фракций нефтепродуктов или их компонентов[29].

### 3.2 Определение цетанового индекса

Данный метод основан на измерении плотности дизельного топлива при 15°C по ГОСТ 3900-85 и средней температуры кипения 50%-ной (по объему) и 10%-ной фракции дизельного топлива по ГОСТ 2177-82. На основе полученных данных рассчитывают цетановый индекс по уравнению, приведенному в стандарте, или определяют по номограмме дизельного топлива[30].

Проведение испытания:

- определяют плотность дизельного топлива при 15°C по ГОСТ 3900-85 и среднюю температуру кипения 50%-ной фракции (по объему) по ГОСТ 2177-82.
- Цетановый индекс (ЦИ) рассчитывают по уравнению (2):

$$ЦИ = 454,74 - 1641,416 \cdot \rho + 774,74 \cdot \rho^2 - 0,554 \cdot t + 97,803 \cdot (lgt)^2, (2)$$

Где  $\rho$  - плотность при 15°C, определенная по ГОСТ 3900—85 г/см<sup>3</sup>;  $t$  - температура кипения 50%-ной (по объему) фракции с учетом поправки на нормальное барометрическое давление 101,3 кПа, определяется по ГОСТ 2177-82, °C;

Показатели точности при определении цетанового индекса расчетным методом зависят от точного определения плотности по ГОСТ 3900—85 и температуры кипения 50%-ной (по объему) фракции топлива по ГОСТ 2177-82.

### 3.3 Определение содержания серы

Определение проводится методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии.

Аппаратура и реактивы:

1. Источник рентгеновского излучения
2. Съёмная кювета для образца диаметром не менее 10 мм со сменными, пропускающим рентгеновские лучи, окошками из пластиковой пленки, обеспечивающую глубину образца не менее 4 мм;

3. Детектор рентгеновского излучения с высокой чувствительностью и разрешающей способностью;
4. Электронные устройства для преобразования сигнала и обработки данных, которые включают счет интенсивности рентгеновского излучения не менее чем по двум энергетическим зонам, поправки на спектральные наложения и перевод интенсивности рентгеновского излучения серы в содержание в процентах по массе;
5. Дисплей, выводящий показания содержания серы в процентах по массе и/или лиграммах на килограмм;
6. Ди-м-бутилсульфид (DBS) — стандарт высокой степени чистоты, сертифицированный по содержанию серы;
7. Пленка, пропускающая рентгеновские лучи;
8. Продувочный газ — гелий;
9. Полисульфидное масло.

Проведение испытания:

1. Перед каждым применением кюветы для образцов их очищают и сушат;
2. Далее, проводя процедуру калибровки, она включает установку прибора на регистрацию интенсивности рентгеновского излучения серы, после, проводят измерение стандартов с известной концентрацией серы;
3. Пробы отбирают в соответствии с ASTM D 4057 и ASTM D 4177. Образцы подвергаются анализу сразу же после наливания в кювету и выхода воздушных пузырьков, образовавшихся из-за перемешивания;
4. Проводят испытание несколько раз, для сравнения и сходимости результатов.
5. Результаты регистрируют в процентах по массе с точностью до трех значащих цифр для содержания серы более 0.01 % масс[31].

### 3.4 Методика проведения экспериментов с присадкой

Приготовление опытных образцов из выбранных марок дизельного топлива различного состава для дальнейшего изучения динамики изменения низкотемпературных свойств.

Аппаратура и приборы:

- Колба химическая с крышкой ( $V=50$  мл);
- Микрошприц МШ-10;
- Мерный стакан ( $V=100$ мл).

Подготовка образцов:

Дизельное топливо трех различных видов было отобрано по несколько раз, с помощью мерного стакана, в химическую посуду. Добавление присадки к исследуемому образцу дизельного топлива осуществлялось поочередно в количестве от 0,1% до 1,0% от объема дизельной фракции необходимое количество раз. Объем дизельного топлива оставался постоянным на протяжении всех испытаний и составлял 50 мл. Так, например, первое приливание присадки в количестве 0,1% от объема образца дизельного топлива составлял 0,05 мл, второе приливание в количестве 0,2% присадки было равно 0,10 мл данной присадки и т. д.

Объемная доля растворенного вещества – отношение объема растворенного вещества к объему раствора.

$$\varphi = \frac{V_{(в-ва)}}{V_{(р-ра)}} = \frac{V_{(в-ва)} \cdot 100}{V_{(в-ва)} + V_{(р-ля)}}, \quad (1)$$

Данная формула позволяет рассчитать объем присадки необходимый для приливания к образцам дизельного топлива.

### 3.5 Метод определения температуры помутнения

Температура помутнения ( $T_{п}$ ) - это температура, при которой из топлива начинают выпадать первые кристаллы парафина, которые при дальнейшем понижении температуры растут и оседают на фильтрах, через которые пропускают топливо для очистки его от механических примесей[34].

Сущность метода состоит в охлаждении пробы топлива и определении температуры помутнения, появления первых кристаллов и исчезновения кристаллов углеводородов[35].

Аппаратура и приборы:

- пробирки стеклянные с двойными стенками внутренним диаметром 25-33 мм, наружным диаметром 35-43 мм;
- ручная мешалка стеклянная;
- термометры ТН-6 по ТУ 92-887.019 и ТН-8 по ГОСТ 400;
- термометр жидкостный низкоградусный любого типа с градуировкой шкалы от минус 80 °С (для измерения температуры охлаждающей смеси);
- установка типа ЛТЗ по ТУ 25-05.2104;
- смесь охлаждающая, в качестве которой применяют спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300. 3

Подготовка образцов включает в себя тщательное перемешивание перед проведением работы. Температура проб должна быть 18-20°С. Далее образцы переливают в подготовленные пробирки с двойными стенками. Каждую из пробирок закрывают пробкой с термометром и мешалкой[35]. Ртутный резервуар термометра должен находиться в пробирке на расстоянии 15 мм от дна и на равном расстоянии от стенок. В креостат наливают спирт и запускают аппарат. Когда температура в креостате становится на 15-17°С ниже комнатной, в прибор опускают пробирку с пробой, с дальнейшим плавным понижением температуры.

Проведение испытания:

- во время охлаждения проба помешивается мешалкой в интервале: 20с перемешивание – 15с отдых;
- когда термометр показывает температуру близкую к ожидаемой температуре помутнения, пробирку вынимают из креостата, поднося к эталонному образцу, чтобы наблюдать помутнение;

- если топливо по сравнению с прозрачным эталоном не изменилось, пробирку снова опускают в креостат;
- при каждом последующем понижении температуры пробы на 1 °С ее вынимают для сравнения с эталоном;
- когда в образце появляется видимое помутнение, не исчезающее при перемешивании, температуру фиксируют. Температуру, при которой в испытуемом топливе наблюдается появление мути, принимают за температуру помутнения топлива[35].

Данным методом определяется температура помутнения дизельных топлив без присадок и проб с добавлением различного количества присадки.

### **3.6 Метод определения температуры застывания**

Застывание нефтепродуктов связано с выделением парафиновых углеводородов, которые, находясь в нефтепродукте еще в жидком состоянии, имеют тенденцию к образованию параллельных расположенных цепей[36].

Сущность метода заключается в предварительном нагревании образца испытуемого нефтепродукта до комнатной температуры с последующим охлаждением его с заданной скоростью до температуры, при которой образец остается неподвижным[32]. После того как температура помутнения определена, образцы дизельного топлива продолжают охлаждать в креостате для определения температуры застывания топлива.

Проведение испытания:

- сохраняется разница в 15-17°С между пробой и хладогентом;
- сохраняется постоянное перемешивание в том же интервале;
- за 5°С до предположительной температуры застывания пробу вытаскивают из креостата и наклоняют под углом в 45° в течении 1 мин;
- если проба подвижна, ее снова опускают в креостат, далее при каждом понижении температуры пробы на 1°С ее вынимают и наклоняют под углом в 45°.

- когда проба полностью неподвижна в течении одной минуты при наклоне в  $45^\circ$  работу прекращают, а температуру отмечают как температуру застывания пробы.

Данным методом определяется температура застывания дизельных топлив без присадки и образцов с добавлением присадки различных концентраций.

#### 4 Результаты исследований

В результате проведенных исследований были определены физико-химические свойства трех образцов дизельного топлива. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Физико-химические свойства образцов дизельных топлив

Физико-химические свойства	Размерность	Образец №1	Образец №2	Образец №3
$\rho_{15}$	г/см <sup>3</sup>	0,8332	0,8400	0,8950
$\mu_{20}$	мПа*с	3,4083	4,2254	8,0030
Содержание серы	% масс.	0,214	0,301	0,396
Температура выкипания 10% фракции	°C	202	192	249
Температура выкипания 50% фракции	°C	261	278	305
Температура выкипания 90% фракции	°C	331	342	330
Широта фракционного состава (разница температур выкипания 90% и 10% фракции)	°C	129	150	81
ЦИ	-	55,0	49,9	58,19
Тп	°C	-7,7	-9,1	-8,7
Тз	°C	-16,5	-34,2	-17,8
Тф	°C	-13,7	-20,0	-11,7

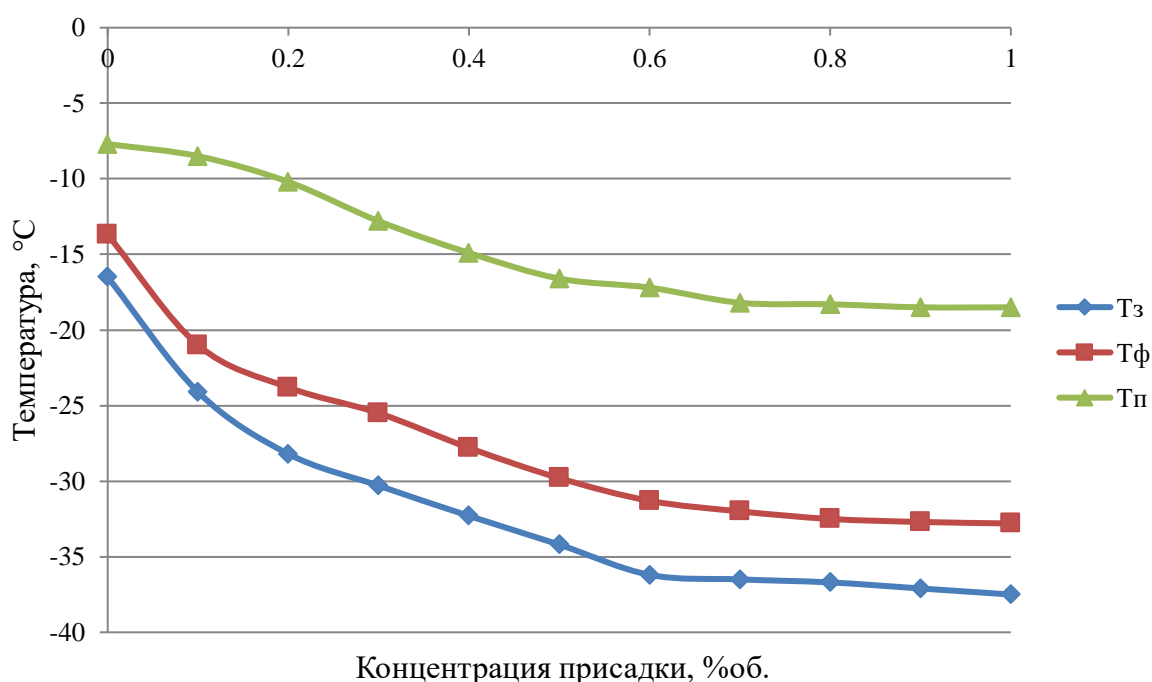
ЦИ – цетановый индекс, Тп – температура помутнения, Тз – температура застывания, Тф – температура фильтруемости.

Определенные значения физико-химических и эксплуатационных свойств образцов, были сопоставлены с показателями ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) Топливо дизельное евро [Приложение 1].



Результаты анализа показали, что образец №1 соответствует физико-химическим показателям данного стандарта и относится к топливу для умеренных климатических условий сорта D (температура фильтруемости для дизельного топлива сорта D не выше  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Данный образец не соответствует требованиям дизельного топлива для холодного и арктического климатов, так как температура помутнения составила  $-7,7^{\circ}\text{C}$  (по ГОСТ не выше  $-10^{\circ}\text{C}$  для класса 0) и температура фильтруемости  $-13,7^{\circ}\text{C}$  (по ГОСТ не выше  $-20^{\circ}\text{C}$  для класса 0). Следовательно, для того, чтобы довести эти показатели до требований стандарта необходимо использовать депрессорную присадку.

На рисунке 1 представлена зависимость изменения низкотемпературных свойств от объема присадки для образца ДТ №1.



Тз – температура застывания; Тф – температура фильтруемости; Тп – температура помутнения

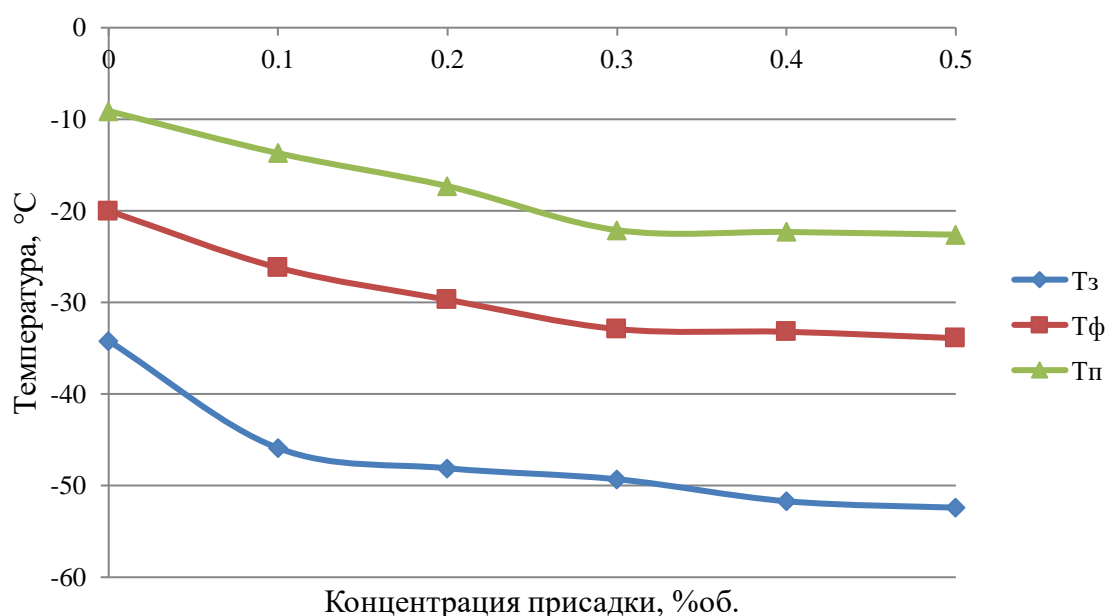
Рисунок 1 – Зависимость изменения низкотемпературных свойств для образца ДТ №1

Из рисунка 1 видно, что, добавляя присадку, температуры застывания, помутнения и фильтруемости заметно понижаются. При объеме присадки

0,7%об. от объема дизельного топлива показатели составили  $-36,5^{\circ}\text{C}$ ,  $-18,2^{\circ}\text{C}$  и  $-32,0^{\circ}\text{C}$  соответственно. Эти данные соответствуют показателям дизельных топлив класса 1 для холодного и арктического климата ( $T_{п}$  не выше  $-16,0^{\circ}\text{C}$  и  $T_{ф}$  не выше  $-26,0^{\circ}\text{C}$ ). При дальнейшем увеличении объема присадки значительного понижения температуры помутнения и температуры фильтруемости не наблюдалось ( $T_{п}$  снизилась до  $-18,5^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{ф}$  до  $-32,8^{\circ}\text{C}$ ), это показывает, что дальнейшее повышение объема добавляемой присадки нецелесообразно. Оптимальной концентрацией присадки для образца №1 дизельного топлива является 0,7%об..

Анализируя данные лабораторных испытаний, можно сделать вывод о том, что образец №2 соответствует стандарту и подходит для умеренного климата (ДТ для умеренного климата класса F температура фильтруемости не выше  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Для применения данного образца дизельного топлива в условиях холодного и арктического климата требуется применение депрессорной присадки с целью улучшения значений температуры помутнения и температуры фильтруемости до требований стандарта.

Характер изменения низкотемпературных свойств для образца №2 представлен на рисунке 2.



Тз – температура застывания; Тф – температура фильтруемости; Тп – температура помутнения

## Рисунок 2 - Зависимость изменения низкотемпературных свойств для образца ДТ №2

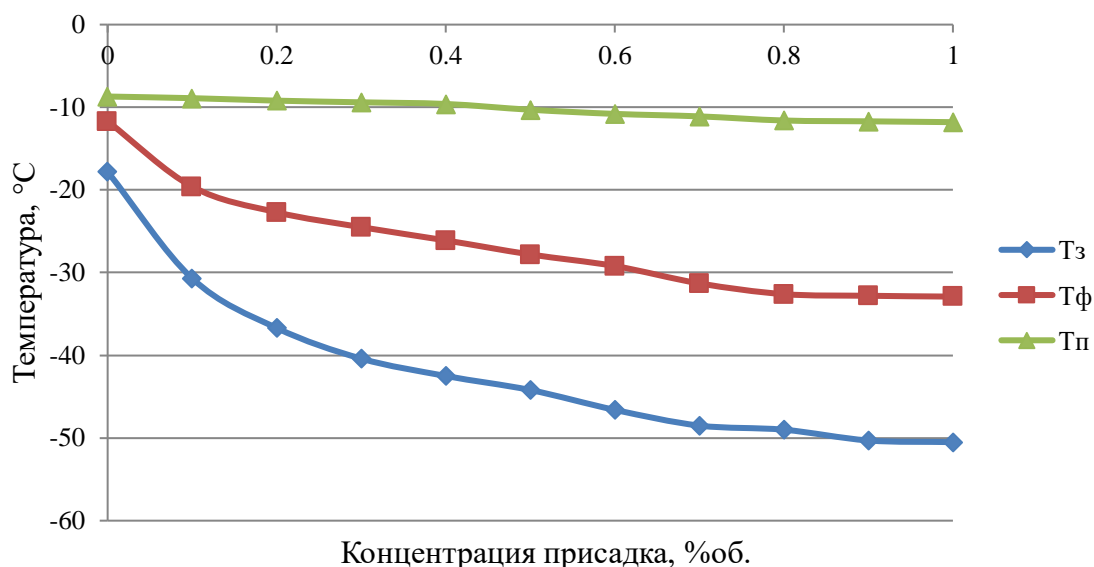
При добавлении присадки к образцу ДТ № 2 низкотемпературные свойства заметно улучшаются (рис. 2). При концентрации присадки 0,3%об. от объема дизельного топлива температура фильтруемости понизилась до -32,9°C, температура помутнения стала равной -22,1°C. Значения показателей Тп и Тф стали соответствовать требованиям стандарта для дизельного топлива для холодного и арктического климата класса 2 (температура фильтруемости не выше -32,0°C, температура помутнения не выше -22,0°C). Это говорит о хорошей совместимости данной присадки и образца дизельного топлива. Увеличение объема приливаемой присадки практически не дало видимых изменений низкотемпературных свойств, следовательно, концентрация присадки 0,3%об. от объема дизельного топлива является оптимальной для данного образца.

Образец №3 не соответствует стандарту, так как превышено значение плотности при 15°C и содержание серы. Плотность при 15°C равна 0,8950 г/см<sup>3</sup> (значение должно находиться в диапазоне 0,820-0,845 г/см<sup>3</sup>), содержание серы в образце №3 равно 396 мг/кг (для топлива вида 1 значение содержания серы не должно превышать 350мг/кг).

По низкотемпературным свойствам образец №3 соответствует топливу для умеренного климата класса D, так как температура фильтруемости равна -11,7°C (для топлива класса D умеренного климата температура фильтруемости не должна быть выше -10,0°C).

Для доведения низкотемпературных свойств до показателей стандарта для топлива для холодного и арктического климата, необходимо использовать депрессорную присадку.

Зависимость изменения низкотемпературных свойств от количества добавляемой депрессорной присадки для образца №3 показана на рисунке 3.



Tз – температура застывания; Tф – температура фильтруемости; Tп – температура помутнения.

Рисунок 3 - Зависимость изменения низкотемпературных свойств для образца ДТ №3

При проведении испытаний данный образец показал хорошую приемистость к присадке, на рисунке 3 видна положительная динамика изменения температуры застывания. При добавлении присадки в количестве 0,8%об. от объема дизельного топлива температуры помутнения и фильтруемости приняли значения равные -11,6°С и -32,6°С соответственно. Эти показатели соответствуют требованиям для топлива класса 0 для холодного арктического климата.

Из рисунка 3 видно, что используемая присадка незначительно влияет на температуру помутнения (Tп снизилась от -8,7°С до -11,6°С).

При дальнейшем увеличении объема присадки температуры фильтруемости и помутнения изменялись незначительно, следовательно, увеличение количества депрессорной присадки нецелесообразно.

Анализируя полученные данные, можно сказать о том, что данная присадка оказывает влияние на снижение температуры застывания и температуры фильтруемости всех трех образцов. Температура помутнения при добавлении присадки к образцам №1 и №2 изменялась сильнее, чем при

добавлении присадки к образцу №3, что связано с углеводородным составом образцов.

На основании результатов лабораторных испытаний, все три образца показали хорошую приемистость к данной присадке, что говорит об ее эффективности.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В данном разделе подробно разобран коммерческий потенциал данного исследования и его перспективы на рынке. Проведена оценка ресурсоэффективности. Описан и составлен план необходимого комплекса работ.

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

В данном подразделе описаны и проанализированы потенциальные потребители результатов исследования по подбору эффективной присадки и ее оптимального количества, проведен SWOT- анализ и показана итоговая матрица стратегии данной работы.

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования для определения потенциальных потребителей был произведен анализ целевого рынка и произведено его сегментирование.**

Сегментирование – это разделение покупателей на равные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар или определенная услуга[38].

Для данного исследования достаточно узкая категория потребителей в лице нефтеперерабатывающих заводов Российской Федерации. В качестве критериев сегментирования были выбраны климатические условия для которых НПЗ производят дизельное топливо.

Климатические условия региона, для которого производит дизельное топливо НПЗ, вид услуги представлены на рисунке 5.1.

Рисунок 5.1 Климатические условия региона

		Вид услуги	
		Подбор наиболее оптимального количества депрессорной присадки	Физико-химический анализ дизельного топлива с вычислением оптимального количества низкотемпературного модификатора в %
Климатические условия региона	Теплые регионы (Южные части России)		
	Умеренно-холодные регионы (Сибирь, Дальний Восток)		
	Холодные регионы (Якутия, более северные районы Сибири, Урала и Дальнего Востока)		



- зона средней необходимости в данной услуге

- зона острой необходимости в данной услуге

Теплые регионы не нуждаются в подборе наиболее эффективного и оптимального количества присадки в силу того, что дизельное топливо в теплых регионах нецелесообразно модифицировать депрессорными присадками.

Зона умеренно - холодных регионов испытывает необходимость в данном исследовании.

### 5.1.2. SWOT- анализ

SWOT– Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет из себя комплексный анализ данного научно-исследовательского проекта. Данный вид анализа применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта[38]. Анализ проводится в три этапа.

Первый этап основывается на вычленении и составлении сильных и слабых сторон проекта. Также анализируются возможности и угрозы реализации проекта, которые могут появиться в его внешней среде.

Результаты начального этапа SWOT- анализа с выявлением сильных и слабых сторон представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 Матрица SWOT первого этапа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Более низкая стоимость анализа низкотемпературных свойств в сравнении с технологией углеводородного анализа дизельного топлива</p> <p>С2. Оборудование не требует высококвалифицированного специалиста для проведения анализа физико-химических и низкотемпературных свойств</p> <p>С3. Высокий показатель холодных климатических зон, нуждающихся в дизельном топливе модифицированном депрессорными присадками</p> <p>С4.Понятная и доступная методика выявления оптимального количества депрессорной присадки</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие точного углеводородного анализа дизельного топлива</p> <p>Сл2. Наличие теплых климатических зон не нуждающихся в зимних и арктических марках дизельного топлива</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого квалифицированного оборудования для проведения испытания данного опытного образца</p> <p>Сл4. Лаборатории вблизи НПЗ могут выполнять анализы данного типа на хроматографах</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Повышение количества дизельного топлива с высокими показателями температуры помутнения и застывания, требующие добавления депрессорной присадки</p> <p>В2.Повышение количества автомобильного транспорта и техники работающей на дизельном топливе в холодных климатических</p>		



<p>условиях</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Увеличение экспорта дизельного топлива в страны с холодными климатическими условиями</p> <p>В5. Повышение стоимости хроматографов</p> <p>В6. Повышение стоимости на обучение и получение необходимой квалификации для определения углеродного состава на хроматографах</p>		
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на данный тип анализа в силу глобального потепления</p> <p>У2. Развитие автомобильной продукции работающей от автономного источника электроэнергии</p> <p>У3. Ограничения на экспорт дизельного топлива</p> <p>У4. Ужесточение требований к маркам дизельного топлива, работающих в суровых условиях</p>		

Благодаря результатам анализа предыдущих разделов данной работы была сформулирована таблица SWOT- анализа с четырьмя областями, в которых подробно описаны сильные и слабые стороны научноисследовательского проекта, а также его возможности и угрозы с внешней стороны.

Второй этап заключается в составлении интерактивной матрицы, с помощью которой можно оценить стратегический выбор.

(+): Сильное соответствие сильных сторон возможностям;

(-): Слабое соответствие сильных сторон возможностям;

(0): Сомнения в выборе.

Результаты анализа соответствий сильных сторон с возможностями представлены в таблице 5.2

Таблица 5.2 Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	0	+
	B2	+	+	+	-
	B3	+	+	+	+
	B4	+	+	-	+
	B5	+	0	-	+
	B6	-	+	-	+

Анализируя данные интерактивной матрицы проекта можно сделать вывод о сильной корреляции B1B3B4C1C2C4, что позволяет нам говорить о единой природе данных возможностей.

Третий этап заключается в составлении итоговой матрицы со стратегией, минимизирующей слабые стороны проекта, устраняющей угрозы и реализующей наибольшее количество возможностей.

Результаты итоговой матрицы представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 Итоговая матрица SWOT- анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>C1. Более низкая стоимость анализа низкотемпературных свойств в сравнении с технологией углеводородного анализа дизельного топлива</p> <p>C2. Оборудование не требует высококвалифицированного специалиста для проведения анализа низкотемпературных свойств</p> <p>C3. Высокий показатель</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие точного углеводородного анализа дизельного топлива</p> <p>Сл2. Наличие теплых климатических зон не нуждающихся в зимних и арктических марках дизельного топлива</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл4. Лаборатории вблизи НПЗ могут выполнять</p>
--	--	--

	<p>холодных климатических зон, нуждающихся в дизельном топливе модифицированном депрессорными присадками</p> <p>С4.Понятная и доступная методика выявления оптимального количества и типа депрессорной присадки</p>	<p>анализы данного типа на хроматографах</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Повышение количества дизельного топлива с высокими показателями температуры помутнения и застывания, требующие добавления депрессорной присадки</p> <p>В2.Повышение количества автомобильного транспорта и техники работающей на дизельном топливе в холодных климатических условиях</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Увеличение экспорта дизельного топлива в страны с холодными климатическими условиями</p> <p>В5. Повышение стоимости хроматографов</p> <p>В6. Повышение стоимости на обучение и получение необходимой квалификации для определения углеродного состава на хроматографах</p>	<p>СИВ1. Увеличить внедрение низкотемпературного анализа дизельных топлив с целью подбора оптимального количества депрессорной присадки на НПЗ</p> <p>СИВ2. Усовершенствовать методические указания для проведения данного типа анализов</p> <p>СИВ3. Увеличить количество специалистов способных проводить данное исследование низкотемпературных свойств на НПЗ</p>	<p>СЛВ1. Отсутствие необходимости в определении точного углеводородного состава, в силу того, что определяемые низкотемпературные свойства дают полную и компетентную картину о приемистости дизельного топлива с той или иной депрессорной присадкой</p> <p>СЛВ2. Компенсирование наличия теплых климатических зон увеличением автомобильного транспорта в холодных климатических зонах</p> <p>СЛВ3. Приобретение НПЗ необходимого оборудования для определения низкотемпературных и физико-химических свойств дизельного топлива, в силу его малой стоимости в сравнении с хроматографами</p> <p>СЛВ4. Определять подбор необходимого количества депрессорной присадки с помощью анализа низкотемпературных свойств вследствие высокой стоимости определения углеводородного состава дизельных топлив в лабораториях</p>

<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на данный тип анализа в силу глобального потепления</p> <p>У2. Развитие автомобильной продукции работающей от автономного источника электроэнергии</p> <p>У3. Ограничения на экспорт дизельного топлива</p> <p>У4. Ужесточение требований к маркам дизельного топлива, работающих в суровых климатических условиях</p>	<p>СИУ1. В ближайшие 50-100 лет глобальное потепление не окажет сильного влияние на уменьшение спроса на дизельное топливо зимних и арктических марок</p> <p>СИУ2. В холодных климатических зонах автомобили работающие от автономного источника энергии будут пользоваться меньшим спросом, в силу большего расхода электрического топлива, в сравнении с дизельным при высоких отрицательных температурах</p> <p>СИУ3. При введении ограничения на экспорт дизельного топлива, данная методика все равно останется актуальной и выгодной в силу своей дешевизны и простоты методики</p> <p>СИУ4. Низкая стоимость анализа низкотемпературных свойств позволит проводить более масштабные анализы с увеличением диапазона депрессорных присадок в условиях ужесточения требований к дизельным топливам работающим при отрицательных температурах</p>	<p>СЛУ1. Отсутствие необходимости в определении точного углеводородного состава, так как определяемые низкотемпературные свойства дают полную и компетентную картину о приемистости дизельного топлива с той или иной депрессорной присадкой</p> <p>СЛУ2. Компенсирование наличия теплых климатических зон увеличением автомобильного транспорта в холодных климатических зонах</p> <p>СЛУ3. Приобретение НПЗ необходимого оборудования для определения низкотемпературных свойств дизельного топлива, в силу его малой стоимости в сравнении с хроматографами</p> <p>СЛУ4. Определять подбор необходимого количества депрессорной присадки с помощью анализа низкотемпературных свойств в следствии высокой стоимости определения углеводородного состава дизельных топлив в лабораториях</p> <p>СЛУ5. При введении ограничения на экспорт дизельного топлива, данная методика все равно останется актуальной и выгодной в силу своей дешевизны и простоты методики</p> <p>СЛУ6. В холодных</p>
---	---	--

		климатических зонах автомобили работающие от автономного источника энергии будут пользоваться меньшим спросом, в силу большего расхода электрического топлива в сравнении с дизельным при высоких отрицательных температурах
--	--	--

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработкеструктуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта

## 5.2 Планирование исследовательских работ

В данном подразделе отражена структура проведенных работ в рамках исследования низкотемпературных свойств дизельного топлива. Также показаны временные показатели выполнения работ по данному исследованию. Произведен расчет трудоемкости этапов исследования.

### 5.2.1 Структура работ в рамках проводимого исследования

Для составления плана предполагаемого комплекса работ была определена последовательность действий[38]:

- определение структуры работ проводимого исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление временной продолжительности работ;
- построение графика проведенияисследований в рамках ВКР.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ отражен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материала по теме	Инженер, научный руководитель
	1	Проведение патентных исследований	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Инженер, научный

			руководитель, Эксперт
	1	Календарное планирование работ по теме	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	1	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	1	Приготовление образцов дизельного топлива	Инженер
	1	Анализ низкотемпературный свойств исходных образцов	Инженер
	1	Приготовление модифицированных присадкой образцов	Инженер
	1	Анализ низкотемпературных свойств модифицированных образцов	Инженер
	1	Сопоставление результатов исследованиям	Руководитель, Инженер, Эксперт
	3	Анализ динамики изменения низкотемпературных свойств, подтверждение достоверности результатов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	2	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер руководитель
	1	Оформление отчета о проделанном эксперименте	Инженер

Полученная таблица дает полное представление о структуре работ в рамках данного исследования низкотемпературных свойств дизельных топлив.

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Значительную часть стоимости исследования составляют трудовые затраты, поэтому ключевым моментом является расчет трудоемкости работ каждого из участников исследования.

Расчет трудоемкости производится в человеко-днях и носит вероятностный характер, в силу того, что необходимо учесть при расчете большое количество факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула[38]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Расчет трудоемкости составления технического задания

$t_{\min i}$  составляет 2 чел-дней;

$t_{\max i}$  составляет 5 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Инж}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 3,2 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет трудоемкости подбора и изучения материала

$t_{\min i}$  составляет 12 чел-дней;

$t_{\max i}$  составляет 40 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Рук}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 23 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет трудоемкости теоретических расчетов и обоснований

$t_{\min i}$  составляет 5 чел-дней;

$t_{\max i}(\text{Э})$  составляет 16 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Э}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 3,2 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет трудоемкости приготовления образцом дизельного топлива

$t_{\min i}$  составляет 1 чел-дней;

$t_{\max i}(\text{Э})$  составляет 4 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Э}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 2,2 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет трудоемкости проведения экспериментальной части исследования

$t_{\min i}$  составляет 14 чел-дней;

$t_{\max i}$  составляет 36 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Э}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 22,8 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет трудоемкости анализа результатов эксперимента

$t_{\min i}$  составляет 19 чел-дней;

$t_{\max i}$  составляет 42 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Э}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 28,2 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет трудоемкости оформления отчета о проделанной работе

$t_{\min i}$  составляет 5 чел-дней;

$t_{\max i}$  составляет 12 чел-дней;

$$t_{\text{ож}i}(\text{Э}) = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = 7,8 \text{чел} - \text{день}.$$

Расчет продолжительности каждой работы  $T_p$  (учитывается параллельность работ несколькими рабочими)

Расчет производится по формуле [38]:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (2)$$

Где  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющий одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

$T_p$  составления технического задания составит 3,2 дня.

$T_p$  подбора и изучения материалов составит 7,7 дней.

$T_p$  теоретических расчетов и обоснований составит 9,4 дня.

$T_p$  приготовления образцов дизельного топлива составит 2,2 дня.

$T_p$  экспериментальной части исследования составит 22,8 дня.

$T_p$  анализа результатов эксперимента составит 9,4 дня.

$T_p$  оформления отчета о проделанной работе составит 7,8 дня.

### 5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный график, на котором работы по теме показываются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ[38].

Для построения графика длительность каждого этапа исследования была переведена в календарные дни формулой [38]:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

Где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях;



$T_{pi}$  – продолжительность выполнения i-ой работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле[38]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

Коэффициент календарности численно равен 1,47.

Рассчитанные временные показатели проведения научного исследования приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 Временные показатели проведения исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители			Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$		
	$t_{\min}$ , чел-дни	$t_{\max}$ , чел-дни	$t_{\max}$ , чел-дни	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление технического задания	2	5	3,2	Руководитель			3,2			4,7		
Подбор и изучение материала	12	40	23	Руководитель Инженер			7,7			11,3		
Теоретические расчеты и обоснования	5	16	9,4	Инженер			9,4			13,8		
Приготовление образцов	1	4	2,2	Инженер			2,2			3,2		
Экспериментальная часть исследования	14	36	22,8	Инженер			22,8			33,5		
Анализ результатов исследования	19	42	28,2	Инженер Руководитель Эксперт			9,6			14,1		
Оформление отчета о проделанной работе	5	12	7,8	Инженер			7,8			11,5		

На основе данной таблицы составлен календарный план-график.

В таблице 5.5 приведен календарный план график проведения НИОКР по изучения модификации дизельного топлива депрессорными присадками с их оптимальным подбором по типу и количеству.

Таблица 5.5 календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>ki</sub> , ка л.д н.	Продолжительность выполнения работ													
				январь		феврал ь			март			апрель			май		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление ТЗ	Руководитель	5														
2	Подбор и изучение материалов	Инженер Руководитель	12														
3	теоретические расчеты и обоснования	Инженер	14														
4	приготовление образцов	Инженер	4														
5	экспериментальная часть исследования	Инженер	34														
6	анализ результатов эксперимента	Инженер Руководитель Эксперт	15														
7	оформление отчета о проделанной работе	Инженер	12														

- инженер; - руководитель; - эксперт.

#### 5.2.4 Бюджет проводимого исследования

В процессе создания бюджета проекта была использована следующая группировка затрат по статьям[38]:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы.

#### 5.2.4.1 Расчет материальных затрат

Бюджет затрат состоит из стоимости всех материалов, используемых при разработке данного исследовательского проекта.

Расчет материальных затрат производился по следующей формуле[1]:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (5)$$

где  $N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Величина коэффициента ( $k_T$ ) принимается как 15% от стоимости материала;  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.).

Материальные затраты, используемые для данной разработки, представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 Материальные затраты проекта

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $З_m$ ), руб.
Колба химическая	рубль	30	150	5175
Халаты лабораторные	рубль	2	1300	2990
Мерные стаканы	рубль	10	90	1035
Тетрадь	рубль	2	40	92
Ручка пишущая	рубль	3	12	42
Пластиковые бутылки	рубль	4	12	56
Итого			9390	

По данным из приведенной выше таблицы можно судить о материальных затратах проекта.

#### 5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Расчеты по закупке спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения предельной темы, показаны в таблице 5.7.

Таблица 5.7 Расчет затрат на специальное оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Норма амортизации	Сумма амортизационных отчислений
1	Ноутбук	1	29900	29900	30%	2 236
2	Микрошприц	1	2013	2013	-	-
3	Аппарат для измерения низкотемпературных свойств	1	230000	230000	30%	17 203
4	Калькулятор	2	215	430	-	-
Итого 242 904				262343		19 439

По представленной выше таблице можно увидеть о затратах проекта на специальное оборудование.

#### 5.2.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В представленной ниже таблице посчитана основная заработная плата работников принимавших участие в разработке проекта.

Оклад работников на 2020год (в рублях):

- Инженер:21760
- Руководитель: 33664
- Эксперт:33664

Таблица 5.8 Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям			Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс.руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Составление ТЗ	Руководитель			3,2			1,406			6,748		
2	Подбор и изучение материалов	руководитель	Инженер		3	20		1,406	0,829		5,062	19,896	
3	Теоретические расчеты и обоснование	Инженер			9,4			0,829			9,948		
4	Приготовление образцов	Инженер			2,2			0,829			2,98		
5	Экспериментальная часть исследования	инженер			22,8			0,829			22,88		
6	Анализ результатов эксперимента	инженер	руководитель	эксперт	15	8,2	5	0,829	1,406	1,406	14,9	15,18	8,43
7	Оформление отчета о проделанной работе	инженер			7,8			0,829			7,96		
Итого											113,984		

В таблице 5.8 представлены величины окладов сотрудников, и также приведена ежедневная заработная плата за один рабочий день.

Далее приведена таблица с показателями рабочего времени каждого сотрудника, вычисленная с помощью календарного количества времени и количества нерабочих дней.

Таблица 5.9 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер	Эксперт
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней			
- выходные дни	44	48	44
- праздничные дни	14	14	14
Потери рабочего времени			
- отпуск	56	28	56
- невыходы по болезни	2	2	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	273	249

#### 5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, (6)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$З_{\text{доп}} \text{Рук} = 4847 \text{ рублей};$$

$$З_{\text{доп}} \text{Инж} = 3133 \text{ рублей};$$

$$З_{\text{доп}} \text{Эксп} = 4847 \text{ рублей};$$

#### 5.2.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе расходов представлены обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам, органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников[38].

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы[38]:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), (7)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, численно равный 30,2%.

Информация об отчислениях во внебюджетные фонды представлена в таблице 5.10.

Таблица 5.10 Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	38016	4847
Инженер	26112	3133
Эксперт	38016	4847
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого:31157		

Общее отчисление во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта в месяц равно 31 157 рублей.

#### 5.2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие пункты расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле[38]:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 6) \cdot k_{\text{нр}}, (8)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы по проекту составили 66843 руб.

#### 5.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.11.

Таблица 5.11 Бюджет затрат на данное исследование

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Руководитель	Инженер	Эксперт
1. Материальные затраты	9390		
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	242904		
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	26990	75564	8430

Продолжение Таблица 5.11 Бюджет затрат на данное исследование

4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4847*3=14541	3133*5=15665	4847
5. Отчисления во внебюджетные фонды	31157		
6. Накладные расходы	66843		
7. Бюджет затрат	484613		

Бюджет затрат на исследовательский проект длительностью в 5 месяцев, учитывая степень задействования каждого сотрудника составил 484613 рублей.

### 5.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки для данной работы равен 1, в силу того, что стоимость  $i$ -го варианта исполнения численно равна максимальной стоимости исполнения работы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности нашего варианта исполнения равен 3,65.

Расчет интегрального показателя проводился на основании данных, представленных в таблице 5.12.

Таблица 5.12 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует увеличению качества производимого дизельного топлива в стране		0,1	5
2. Удобство в проведении исследования на практике в силу его простоты, не требующей специального обучения		0,2	4
3. Экономичность		0,2	5
4. Низкая себестоимость в сравнении с более дорогими методами подбора		0,3	5
5. Надежность		0,2	5
Итого		1	

Интегральный показатель эффективности данного варианта исполнения разработки ( $I_{исп1}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя и численно равен 3,65.



Ниже представлена таблица, определяющая эффективность проекта.

Таблица 5.13 Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1
2	Интегральный финансовый показатель ресурсоэффективности разработки	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1

В данном разделе подробно разобран коммерческий потенциал данного исследования и его перспективы на рынке. Проведена оценка ресурсоэффективности проделанной работы. Описан и составлен план необходимого комплекса работ.

Описав и проанализировав потенциальных потребителей результатов исследования, проведен SWOT- анализ и показана итоговая матрица стратегии данной работы. Также представлены результаты планирования научно-исследовательской работы.

С позиции финансовой и ресурсной эффективности, данные показатели позволяют сделать вывод, о том, что выбранный вариант исполнения эффективен.

## **6 Социальная ответственность**

Не смотря на ряд преимуществ дизельного топлива перед бензинами и другими видами топлив, оно имеет ряд недостатков, приводящих к трудностям запуска двигателей в зимнее время года. Поэтому дизельное топливо является сезонным продуктом, выпускающимся с различными характеристиками в зависимости от климатических условий в которых будет эксплуатироваться двигатель.

Дизельное топливо это продукт с разнообразным углеводородным составом. При создании низкотемпературных видов дизельных топлив необходимо учитывать его приемистость к той или иной присадке. На ряду с приемистостью, важную роль, как в экономическом, так и технологическом плане, играет выбор оптимального количества присадки при котором степень модифицирования низкотемпературных свойств достигает максимума.

Объектом данного исследование является изучение низкотемпературных свойств дизельных топлив с целью подбора оптимального количества присадки для полной степени модификации топлива.

Материалы данного исследования:

1. Депрессорная присадка на основе этилена и винилацетата;
2. 3 образца дизельного топлива с разных заводов России.

Область применения данного исследования с глобальной стороны затрагивает все географические районы Российской федерации, нуждающихся в зимних и арктических дизельных топливах высокого качества.

На НПЗ данная исследовательская работа также поможет наиболее точно, без специально обученного персонала и дорогого оборудование производить низкотемпературное дизельное топливо более высокого качества и с меньшими затратами.

## **6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В данном разделе рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства и их особенности, применимые к условиям научно – исследовательского проекта по подбору наиболее оптимального количества присадки для модификации низкотемпературных свойств дизельного топлива.

### **6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)**

#### **правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на[39]:

- место для работы, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств предприятия;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы и среднего заработка во время прохождения указанного осмотра;

### **6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

При выполнении данной исследовательской работы, инженеру было предоставлено рабочее пространство, соответствующее трудовому кодексу:

- Стол инженера был размещен справа от прохода на расстоянии 300мм.
- Конструкция рабочего стола обеспечивала оптимальное размещение оборудования. Экран компьютера находился на расстоянии 600мм от глаз пользователя. Рабочее место было оборудовано подставкой для ног шириной 300мм, глубиной 400мм.
- Рабочий стул обеспечивал поддержание рациональной рабочей позы при аналитической работе за компьютером. Экспериментальная часть работы проводилась стоя.
- Стул располагался на расстоянии 400 мм от границы рабочего пространства.
- Окна в рабочем помещении ориентированы на северо - восток.

## **6.2 Производственная безопасность**

### **6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.**

Согласно ГОСТу 12.0.002-2014 установлены специальные положения в сфере обеспечения безопасности трудовой и производственной деятельности необходимые для соблюдения.

Исследование физико-химических и низкотемпературных свойств дизельного топлива, с целью подбора наиболее оптимального количества присадки, создает вредные и опасные факторы для работников исследования[40].

В представленной ниже таблице показаны вредные и опасные факторы, которые могут повлиять на работников при проведении исследования.

Таблица 6.1 Возможные вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)			Нормативные документы
	Разработка	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение ГОСТ 12.2.003- 91 СанПин 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.007- 76 ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность на предприятии[45] ГОСТ 12.1.019-2017[46]
2.Отсутствие или недостаток естественного или искусственного освещения на рабочем месте	+	+	
3.Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	+	+	
4.Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу	+	+	
5. Нарушение пожарной безопасности	+	+	
6. Нарушение электробезопасности	+	+	

Используя данные таблицы, можно учесть опасные и вредные факторы, которые теоретически могут возникнуть при работе в данном проекте.

### **6.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производстве**

Далее представлены описания вредных и опасных факторов описанных выше.

- **Отклонение показателей микроклимата**

Микроклимат производственного помещения — это состояние внутренней среды помещения, влияющие на работоспособность посредством температуры и влажности.

В качестве источника возникновения отклонений показателей микроклимата могут выступать: климатические условия снаружи помещения в зависимости от временного периода, отключение отопления, неэффективная работа вентиляции.

Воздействие отклонений на человека проявляется в ускоренном переутомлении, при повышении температуры, обморожении и простудных

заболеваниях при низких температурах. Также высокая температура способствует пересыханию слизистых оболочек дыхательных путей.

Допустимые нормы температуры и влажности воздуха в рабочей зоне производственного помещения согласно ГОСТу 12.1.005-88[41]: в холодный период оптимальная температура составляет 22-24°C при влажности воздуха 40-60%. Допустимая температура составляет 18-26 °C, при влажности воздуха 75%; в теплый период оптимальная температура составляет 23-25°C при влажности воздуха 40-60%. Допустимая температура составляет 20-30°C при допустимой влажности 55% (при 28°C).

Для минимизации воздействия данного фактора предлагаются следующие средства защиты: толщина стен не менее 0,8 метров, вентиляторы, система отопления, спецодежда.

- Отсутствие или недостаток естественного и искусственного света на рабочем месте

Отсутствие или недостаток света в рабочей зоне является важным вредным фактором влияющим на работоспособность и работу инженера.

Источником возникновения недостатка естественного света может служить недостаточное количество окон и светопроемов, обеспечивающих допустимый коэффициент освещенности. Источником возникновения недостатка искусственного света может служить в отдаленности освещения от рабочего места, невозможность управления световым потоком, перепады напряжения сети питающей осветительные приборы.

Воздействие фактора недостатка света на организм человека может проявляться в ухудшении зрительного функционирования, воздействии на психику и эмоциональное состояние человека, вызывании усталости центральной нервной системы.

Следует отметить, что качество освещения также влияет на предотвращение воздействия вредного фактора. Неравномерное освещение провоцирует проблемы адаптации, снижая видимость.

Допустимые нормы освещенности рабочего помещения согласно ГОСТу Р 55710-2013[42]: значение освещенности в зоне непосредственного окружения составляет не менее 500 лк; равномерность освещенности составляет не менее 0,60; объединенный показатель дискомфорта составляет не более 19; коэффициент освещенности не должен превышать 10%.

Для минимизации вредного воздействия освещенности необходимо прибегать к таким средствам защиты как приобретение дополнительных светильников, использование ламп работающих от переменного тока частотой 400 Гц и выше.

- Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов

Источником данного воздействия вредного фактора может стать соприкосновение с холодными образцами дизельного топлива после понижения его до максимальной температуры застывания и соприкосновение с нагретым образцом дизельного топлива после определения фракционного состава.

В результате соприкосновения организм человека может подвергнуться переохлаждению, ожогу и травмированию верхнего слоя кожи рук.

Допустимая температура материала в котором образцы подвергаются охлаждению согласно ГОСТуР 51337-99 составляет не более 56°С при соприкосновении не более 1 минуты. Для минимизации воздействия фактора переохлаждения и перегрева предлагаются специальные щипцы для перемещения образцов, перчатки с теплоизоляцией.

- Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

Источником возникновения утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу лаборатории может стать поломка вытяжки, некачественные колбы для хранения образцов, некорректная работа криостата модели ТЕРМОТЕСТ100 термостат жидкостный низкотемпературный, некорректная работа аппарата фракционной разгонки образца дизельного топлива.

Воздействие вредного фактора может повлиять на организм человека путем длительного вдыхания паров масел и присадок с последующим отравлением, аллергическая реакция, ожоги.

Допустимые нормы содержания токсичных веществ в воздухе и при попадании на кожу согласно ГОСТу 12.1.005-88 составляет 5001-50000 мг/куб.м и соответственно 501-2500 мг/кг.

Для минимизации воздействия вредного фактора предлагаются такие средства защиты как респираторы, перчатки резиновые, противогазы.

- **Нарушение пожарной безопасности**

Источником возникновения нарушений пожарной безопасности в лаборатории может стать неисправность электрооборудования, которые могут привести к возникновению очага возгорания, проведение экспериментальных работ на аппарате фракционной разгонки нефти, также неосторожная работа с горючими материалами и игнорирование средств защиты.

Воздействие этого вредного фактора может повлиять на организм человека путем получения разной степени ожогов, также путем вдыхания газов дизельного топлива и присадок.

Эта часть безопасности нормируется по ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность на предприятии.

Для минимизации воздействия вредного фактора проводятся специальные мероприятия, предоставляются индивидуальные средства защиты.

- **Нарушение электробезопасности**

Источником возникновения нарушений электрической безопасности могут служить неправильно подключенные ПК и лабораторное оборудование, работающие от электросети, также игнорирований мер безопасности.

Воздействие вредного фактора может повлиять на организм путем электрических ожогов, вплоть до остановки дыхания.



Эта часть безопасности нормируется по ГОСТ 12.1.019-2017 Электробезопасность на предприятии – пороговый ощутимый ток 0,6 – 1,5 мА (переменный ток), 5-7 мА (постоянный ток).

Для минимизации воздействия вредного фактора проводятся специальные мероприятия, проводятся плановые и внеплановые проверки.

### **6.2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов**

Для обеспечения снижения влияния опасных и вредных факторов на работающих могут быть предприняты следующие решения:

- Систематический осмотр помещения, в котором проводят исследование, на наличие вышедших из строя осветительных приборов;
- Осмотр систем отопления, проверка толщины стен, проверка утеплителя в холодное время года;
- Систематическая проверка влажности на предмет отклонения от допустимой нормы;
- Установка термометра для определения возможного отклонения от допустимых показателей температуры на рабочем месте;
- Выдача спецодежды и переносных приборов для защиты от токсичных веществ, выдача перчаток для защиты от термических ожогов и обморожений;
- Систематическая проверка вентилятора и вытяжки на предмет некорректной работы;
- Проверка креостата и посуды на наличие трещин и поломок.

### **6.3 Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассмотрено возможное воздействие данного исследования и его реализация на окружающую среду, с выявлением предполагаемых источников загрязнения.

Один из самых крупных источников загрязнения был и остается автомобильный транспорт. Выхлопные газы автомобилей работающих на

дизельных двигателях содержат оксиды углерода, серы, а также сажу и канцерогенные полициклические углеводороды. При выделении вредные вещества и примеси могут раздражать органы дыхания, способствовать образованию кислотных дождей и другим разрушающим атмосферу факторам.

Нормы содержания вредных веществ выделяемых при сгорании дизельного топлива согласно ГОСТу Р 52368-2005[43]:

- оксид углерода — 0,5;
- оксид азота — 0,18 - 0,08;
- взвешенные частицы — 0,005;
- сера – 0,035-0,001%

Основным решением проблемы загрязнения атмосферы стало направление экологизации нефтехимических производств, в частности достижение наиболее высокого качества целевых продуктов. Также для защиты окружающей среды были произведено ужесточение требований к качественным экологическим характеристикам дизельных топлив.

#### **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном подразделе представлен анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при разработке исследования по подбору наиболее оптимального количества присадки для модификации низкотемпературных свойств дизельного топлива или эксплуатации данного исследования на производстве.

##### **6.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований**

Ниже представлены возможные чрезвычайные ситуации, которые может инициировать объект исследования:

- Техногенного характера (аварийная ситуации в лаборатории);
- Социального характера ( террористический акт);

Наиболее типичной и опасной является ЧС техногенного характера. Самый вероятный тип ЧС который может произойти в лаборатории – разлив и возгорание дизельного топлива при соприкосновении с огнем или реагентами для самовоспламенения.

#### **6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта исследования на производстве**

Ниже представлены возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при внедрении данного исследования в производство:

- Техногенного характера (аварийная ситуация);
- Социального характера (террористический акт);
- Стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные ветры).

Также наиболее типичной ЧС будет являться ситуация техногенного характера, теоретически вызванная выходом из строя отсеков с хранением дизельного топлива, самовозгоранием дизельного топлива, пожаром на производстве.

#### **6.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций представлены ниже согласно ГОСТу 22.0.04-97[44]:

- Систематическая диагностика оборудования по измерению низкотемпературных свойств (криостата);
- Обслуживание и ремонт криостата, вентиляторов, вытяжных шкафов, осветительных приборов;
- Наличие современных сигнализаций и приборов контроля в лаборатории по изучению низкотемпературных свойств;
- Систематический инструктаж персонала лаборатории;
- Планы поддержания рабочего состояния лаборатории после чрезвычайной ситуации или катастрофы;
- План реагирования в случае террористических действий;

- План реагирования на биологические, химические и радиологические инциденты в лаборатории.

#### Вывод раздела

В данном разделе были подробно разобраны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности сотрудников касательно проектирования оптимально комфортной рабочей зоны. Произведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в результате работы над исследованием модифицирования топлива низкотемпературными присадками. Также было показано, как предотвратить возникновение опасных факторов и теоретически возможных чрезвычайных ситуаций.

Практическая значимость полученных нами данных о социальной ответственности состоит в понимании вредных и опасных факторов, с которыми могут столкнуться работники, а также умение выйти из различных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при проведении данного исследования или при его применении на производстве.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на ряд преимуществ дизельного топлива перед бензинами и другими видами топлив, оно имеет некоторое количество недостатков, приводящих к трудностям запуска двигателей в холодных климатических условиях года. По этой причине дизельное топливо является сезонным продуктом, выпускающимся с различными характеристиками в зависимости от места эксплуатации, т.е. климатических условий в которых будет эксплуатироваться двигатель.

Дизельное топливо — это продукт с разнообразным углеводородным составом. При улучшении низкотемпературных свойств дизельных топлив необходимо учитывать его приемистость к той или иной присадке. Так как качество дизельного топлива и модификация его свойств напрямую зависят от степени совместимости присадки и дизельного топлива. Наряду с приемистостью, важную роль, как в экономическом, так и технологическом плане, играет выбор оптимального количества присадки при котором степень модифицирования низкотемпературных свойств достигает максимума.

В ходе данной работы установлено, что образец №1 полностью соответствует требованиям ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) по значениям физико-химических свойств, относится к топливу класса D для умеренного климата. В результате исследований определена оптимальная концентрация депрессорной присадки (0,3%об.) для получения из данной фракции топлива для холодного и арктического климата класса 0, при концентрации присадки 0,7%об. данный образец соответствует топливу для холодного климата класса 1.

Анализ физико-химических и эксплуатационных свойств образца №2 показал, что данное дизельное топливо соответствует стандарту, относится как к топливу для умеренного климата класса F. Для использования данного образца дизельного топлива в условиях холодного и арктического климата необходимо добавление депрессорной присадки, оптимальная концентрация

которой составила 0,3%об. от объема дизельной фракции. При добавлении указанного количества присадки, полученное топливо соответствует стандартам для холодного и арктического климата класса 2.

По результатам проведенных испытаний и оценки результатов, можно сделать вывод о том, что образец №3 не соответствует стандарту по двум показателям. Образец №3 не соответствует стандарту, так как превышено значение плотности при 15°C и показателя содержания серы. Плотность при 15°C равна 0,8950 г/см<sup>3</sup> (значение должно находиться в диапазоне 0,820-0,845 г/см<sup>3</sup>), содержание серы образца №3 равно 396 мг/кг (для топлива вида 1 значение содержания серы не должно превышать 350мг/кг).

По низкотемпературным свойствам образец №3 соответствует топливу для умеренного климата класса D. Для доведения низкотемпературных характеристик до показателей топлива класса 0 для холодного и арктического климата была использована присадки в количестве 0,8%об. от объема дизельного топлива.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что данная присадка имеет наибольшее влияние на снижение температуры застывания и температуру фильтруемости всех трех образцов. На температуру помутнения данная присадка влияет в меньшей степени, что связано с механизмом ее действия, связанным с подавлением роста зародышей кристаллов парафинов, а не их возникновения.

Исходя из результатов лабораторных испытаний, все три образца показали хорошую приемистость к данной присадки, что говорит об ее эффективности в работе с данными образцами.

На основании анализа проведенных исследований можно сделать выводы по данной работе:

1. В ходе работы были определены физико-химические свойства дизельных топлив, такие как плотность, динамическая вязкость, температуры выкипания 10%, 50%, 90% от объема дизельного топлива,

содержание серы, также был рассчитан цетановый индекс. Данные физико-химические свойства образцов №1 и №2 полностью соответствуют ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) Топливо дизельное ЕВРО, образец №3 не соответствует стандарту, так как значения содержания серы и плотности превышает показатели ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009).

2. Низкотемпературные свойства образцов дизельного топлива, такие как температура помутнения, температура застывания и температура фильтруемости, также были сопоставлены с показателями данного стандарта. До добавления присадки образец №1 и образец №3 соответствует показателям стандарта к топливу для умеренных климатических условий сорта D (температура фильтруемости для дизельного топлива сорта D не выше  $-10^{\circ}\text{C}$ ), образец №2 подходит для умеренного климата (ДТ для умеренного климата класса F температура фильтруемости не выше  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Для эксплуатации топлива в холодных и арктических условиях климата не один из представленных образцов не подходит.
3. Для улучшения низкотемпературных свойств и доведения до требований к топливу для холодного и арктического климата была использована присадка. В ходе лабораторных испытаний для каждого образца подобрана оптимальная концентрация для достижения поставленных целей. Образец №1 при количестве присадки 0,3%об. от объема дизельного топлива соответствует топливу для холодного климата. При добавлении присадки к образцу №2 оптимальная концентрация равна 0,3%об. от объема дизельной фракции, показатели были улучшены до требований к топливу для холодного и арктического климата. Для образца №3 количество присадки 0,8%об. от объема дизельного топлива наиболее эффективно,

низкотемпературные свойства соответствуют требованиям к топливу для холодного и арктического климата.

4. Анализ широты фракционного состава (90% - 10%) образцов дизельного топлива показал, что чем шире фракционный состав, тем лучше приемистость присадки, т.е. требуется меньшее ее количество для снижения низкотемпературных свойств. Так для образцов №1 и №2 оптимальная концентрация присадки для получения топлива для холодного и арктического климата составила 0,3%об. (широта фракционного состава 129°C и 150°C соответственно). Для образца №3 оптимальная концентрация присадки топлива для холодного и арктического климата равна 0,8%об. при широте фракционного состава 81°C.



## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1.1 – Требования к топливу[2].

Наименование показателя	Значения
Цетановое число, не менее	51,0
Цетановый индекс, не менее	46,0
Плотность при 15 °С, кг/см <sup>3</sup>	820,0 – 845,0
Содержание серы, мг/кг, не более для топлива класса:	
К3	350
К4	50
К5	10
Зольность, % ( по массе), не более	0,01
Содержание воды, мг/кг, не более	200
Общее загрязнение, мг/кг, не более	24
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, выше	40 (для класса К3), 55 (для классов К4 и К5)
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм/с <sup>2</sup>	2,000 – 4,500
Фракционный состав:	
При температуре 250 °С, % по объему, менее	65
При температуре 350 °С, % по объему, не менее	85
95% по объему перегоняется при температуре, °С, не выше	360
Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60 °С, мкм, не более	460

Таблица 1.2 – Требования к летнему и межсезонному топливу[2].

Наименование показателя	Значение для сорта					
	A	B	C	D	E	F
Предельная температура фильтруемости °С, не выше	5	0	-5	-10	-15	-20

Таблица 1.3 – Требования к зимнему и арктическому топливу[2].

Наименование показателя	Значение для класса				
	0	1	2	3	4
Предельная температура фильтруемости °С, не выше	-20	-26	-32	-38	-44
Температура помутнения °С, не выше	-10	-16	-22	-28	-34
Плотность при 15 °С, кг/см <sup>3</sup>	800,0 – 845,0	800,0 – 845,0	800,0 – 840,0	800,0 – 840,0	800,0 – 840,0
Цетановое число, не менее	49,0	49,0	48,0	47,0	47,0
Цетановый индекс, не менее	46,0	46,0	46,0	43,0	43,0
Фракционный состав:					
До температуры 180 °С, % по объему, не более	10	10	10	10	10
До температуры 340 °С, % по объему, не менее	95	95	95	95	95
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	55	55	40	30	30
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	1,500 – 4,000	1,500 – 4,000	1,500 – 4,000	1,400 – 4,000	1,400 – 4,000

Таблица 1.4 – Основные характеристики моторных топлив по ГОСТ 1667-68[5]

№	Наименование показателя	Норма для марки		
		ДТ высший сорт для малосернистого топлива и для сернистого топлива	ДТ первый сорт для малосернистого топлива и для сернистого топлива	ДТ для сернистого топлива
1	Плотность при 20°С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,930	0,930	0,970
2	Фракционный состав: до 250°С перегоняется, %, не более	15	15	15
3	Вязкость при 50°С: А) кинематическая, мм <sup>2</sup> /с(сСт), не более Б) соответствующая ей условная, в градусах, не более	20*106 (20) 2,95	36*106 (36) 5,0	130*106 (130) 17,4
4	Коксуемость, %, не более.	3,0	3,0	9,0
5	Зольность, %, не более	0,02	0,05	0,06
6	Массовая доля серы, %, не более: А) в малосернистом топливе Б) в сернистом топливе	0,5 1,5	0,5 1,2	- 2

7	Содержание сероводорода	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
8	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
9	Массовая доля механических примесей, % не более	0,05	0,05	0,1
10	Массовая доля воды, %, не более	0,1	0,5	0,5
11	Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не выше	70	65	85
12	Температура застывания, °С, не выше	-5	-5	10
13	Массовая доля ванадия, %	0,01	0,15	0,01

Таблица 1.5 Основные характеристики дизельных экспортных топлив[6]

№	Показатели	Норма для марок	
		ДЛЭ	ДЗЭ
1	Дизельный индекс, не менее	53	53
2	Фракционный состав: перегоняется при температуре, °С, не выше: 50% 90% 96%	280 340 360	280 330 360
3	Кинематическая вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	1,0 – 6,0	2,7 – 6,0
4	Температура, °С Застывания, не выше Предельной фильтруемости, не выше Вспышки в закрытом тигле, не ниже	-10 -5 65	-35 -25 60
5	Массовая доля серы, %, не более, в топливе: Вида I Вида II	0,2 0,3	0,2 -
6	Испытание на медной пластинке	выдерживает	выдерживает
7	Кислотность, мг КОН/100 см <sup>3</sup> топлива, не более	3,0	3,0
8	Зольность, %, не более	0,1	0,1
9	Коксуемость 10%-ного остатка, %, не более	0,2	0,2
10	Цвет, ед.ЦНТ, не более	2,0	2,0
11	Содержание механических примесей	отсутствует	отсутствует
12	Прозрачность при температуре 10	прозрачно	прозрачно
13	Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	860	845

## Список литературы

1. Топлива. Состав, применение и эксплуатационные свойства/ Данилов В.Ф [и др.].- Елабуга: Изд-во филиала К(П)ФУ в г.Елабуга, 2013. – 144 с.
2. ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. Издание официальное Москва Стандартиформ, 2009.-13с
3. Е.Л. Иовлева, С.С. Захарова, М.П. Лебедев, Л.И. Попова ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФРАКЦИЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА Вестник СГТУ. 2018 №2 (71). Выпуск 3 Статья поступила в редакцию 03.04.18, принята к опубликованию 30.04.18
4. Лебедев М.П., Слепцов О.И., Кобылин В.П., Шадрин А.П. Проблемы завоза органического топлива и роль АСММ в условиях Крайнего Севера // Энергия: экономика, техника, экология. Журнал Президиума РАН (Академ Издат. Центр «Наука» РАН), 2017. №2. С. 12-17.
5. ГОСТ 1667-68 Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей. Технические условия (с Изменениями N 2, 3, 4, 5, 6, 7).М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 .
6. ТУ 38.401-58-110-94 Характеристики дизельного экспортного топлива.
7. ТУ 38.101889—81 Дизельные топлива с присадками.
8. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА \Е.В.Носова , В.Н.Сапрыгина// Вестник ИрГТУ.- №6 (53).- 2017.- С. 69-70.
9. Бобров Н.Н., Воропай П.И. Применение топлив и смазочных материалов. – М.: Недра, 1998. – 488 с.
10. Митусова Т.Н., Калинина М.В. Дизельные и биодизельные топлива//Нефтепереработка и нефтехимия, 2018. - №10. – С.11-14.
11. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие / сост. А.П.Сырбаков, М.А. Корчуганова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 159 с.

12. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справочник / И.Г. Анисимов [и др.]; под ред. В.М. Школьников. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Техинформ, 2016. 596 с
13. Данилов А. М. О производстве дизельных топлив в соответствии с регламентом таможенного союза / А. М. Данилов, Е. Б. Шевченко // Двигателестроение. 2018. № 12. С. 42–44.
14. ГОСТ 6356-75 Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле. Дата введения 1977-01-01.
15. ГОСТ 26098-84 Нефтепродукты. Термины и определения
16. Гурвич Л.Г. Научные основы переработки нефти. – 4-е изд. – М.-Л.: Гостоптехиздат, 207. – 544 с.
17. ГОСТ 5066-91 (ИСО 3013-74) Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации.
18. Саханов А.Н., Васильев Н.А. (Лаборатория Грознефти). Растворимость парафинов и застываемость парафинистых продуктов//Нефтяное и сланцевое хозяйство. – 1924. - № 5-6. – С. 820 – 837.
19. Б.А.Энглин. Применение жидких топлив при низких температурах. – М.: Химия, 1980. – 208 с
20. Материалы Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли». – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт. – 2018. Т.3. – 468 с.
21. О.К Безюков, В.А Жуков, М.М Маад. Современные присадки к дизельному топливу//Вестник АГТУ.-2018.- №16.- С. 34-37.
22. Википедия [Электронный ресурс]/Материал из Википедии - свободной энциклопедии.- Режим доступа:  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B0> .-Загл.с экрана.

23. Данилов А.М. Применение присадок в топливах 3-е изд., доп. — СПб.: Химиздат, 2018. — 368 с. Справочник является переработанной и дополненной версией справочников А.М. Данилова выпуска 2010 г.
24. Стратегические приоритеты российских нефтеперерабатывающих предприятий/ В.Е. Сомов, И.А. Садчиков, В.Г. Шершун, Л.В. Кореляков / Под ред. В.Е. Сомова. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2002. – 292 с.
25. Афанасьев, И.П. Разработка промышленной технологии производства зимнего дизельного топлива при последовательном совмещении процессов депарафинизации на катализаторе SGK-1 и гидрообессеривания на катализаторе КГУ-950 / И.П. Афанасьев, 144 // Нефтепереработка и С.З. Алексеев, А.В. Ишмурзин №4. – С. 3-6.[и др.]нефтехимия. – 2014. –
26. Мухторов, Н.Ш. Влияние состава и структуры сополимеров на основе алкилметакрилатов на их депрессорные свойства в дизельных топливах / Н.Ш. Мухторов, А.С. Колокольников, М.А. Чугунов. // Мир нефтепродуктов. – 2013. – №9. – С. 30-33.
27. Топливный регион [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://www.topreg.ru>
28. Bilderback C.A., McDougal L.A. Complete Paraffin Control in Petroleum Production // J.Petrol. Technol. -2018. –V. 21, №9. –P.1151-1156.
29. ГОСТ 11011-85 Метод определения фракционного состава в аппарате арн -2
30. ГОСТ 27768-88 (СТ СЭВ 5871-87) Определение цетанового индекса расчетным методом
31. ГОСТ 32139-2013 Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии
32. ГОСТ 20287-91. Методы определения температур текучести и застывания. – М.: Стандартинформ, 2006. – 9 с

33. ГОСТ 5066-91. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 10 с.
34. ГОСТ 20287-91 Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания
35. ГОСТ 5066-91 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. ТОПЛИВА МОТОРНЫЕ. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации.
36. Глазунов Александр Михайлович. Разработка поликонденсационных депрессорных присадок для дизельных топлив : Дис. ... канд. техн. наук : 05.17.17 : Тюмень, 2018 213 с. РГБ ОД, 61:05-5/914
37. ГОСТ 22254-92 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. ТОПЛИВО ДИЗЕЛЬНОЕ. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре
38. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
39. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения
40. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)
41. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
42. ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2009) Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия (с Изменением N 1)

- 43. ГОСТ 22.0.04-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биологосоциальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения (аутентичен ГОСТ Р 22.0.04-95)
- 44. ГОСТ 22.0.04-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биологосоциальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения (аутентичен ГОСТ Р 22.0.04-95).
- 45. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
- 46. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.